

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



TESIS PROFESIONAL
EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA EXPLOTACIÓN DE HIERRO
EN LA VETA ALTA GRACIA - YONÁN - CAJAMARCA

Para optar el título Profesional de:

INGENIERO DE MINAS

Presentado por:

Bach. Welser Michael Carrasco Mendo

Asesor:

M.cs. Ing. Víctor Ausberto Arapa Vilca

Cajamarca – Perú

-2022-

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Cajamarca en especial a la escuela académico profesional de ingeniería de minas por formarme profesionalmente para poder ser un ingeniero que aporte a la cadena de valor de la industria minera, a Dios todo poderoso que gracias a su bendición he podido realizar la tesis, a mis padres que siempre me han inculcado la mentalidad de la investigación y la superación, también a mi asesor quien me ha compartido su conocimiento a lo largo de estos meses de estudio.

Así también, el presente trabajo de investigación llega a ser posible gracias al apoyo de muchos profesores de mi alma mater. los cuales me brindaron su conocimiento a lo largo de mi vida universitaria a quienes expreso mi más sincero agradecimiento así también a la Universidad Nacional de Cajamarca.

Al M.cs. Ing. Víctor Ausberto Arapa Vilca, por guiarme en el sendero de la investigación, al dueño de la veta el Ing. Ovidio, quien me permitió realizar la investigación en el proyecto minero de hierro.

Welser M. Carrasco M.

DEDICATORIA

A mis padres Audías Carrasco Mendoza y María Mendo Peralta por siempre darme su apoyo, así también a mis hermanos Cristhian y Erika por y la confianza incondicionalmente puesta en mí.

Welser M. Carrasco M.:

CONTENIDO

	Pag
AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE GRAFICAS.....	x
ÍNDICE DE FOTOS	x
LISTA DE ABREVIACIONES.....	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO I:	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II.....	3
MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Antecedentes Teóricos.....	3
2.1.1. Internacionales	3
2.1.2. Nacionales.....	3
2.1.3. Local	4
2.2. Bases Teóricas	4
2.2.1. Estimación de recursos y reservas	4
2.2.2. Estimación de Leyes	7
2.2.3. Mineralogía.....	9

CONTENIDO

	Pag
2.2.4. Estudios geomecánicas	9
2.2.5. Evaluación técnico – Económica.....	9
2.2.6. Método de explotación.....	10
2.2.7. Factores que influyen en la selección del método de explotación	11
2.2.8. Análisis de procedimiento numérico y selección	14
2.2.9. Descripción del método de minado	15
2.2.10. Indicadores para la Evaluación Económica (VAN, TIR, PRI)	16
2.2.11. Costos.....	18
2.2.12. Presupuesto.	19
2.2.13. Flujo de Caja.....	19
2.3. Definición de términos básicos.....	20
CAPÍTULO III.....	21
MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1. Ubicación veta Alta Gracia.....	21
3.1.1. Ubicación geográfica	21
3.1.2. Accesibilidad	21
3.2. Metodología de la investigación	23
3.2.1. Tipo de la investigación	23
3.2.2. Nivel de la investigación.....	23
3.2.3. Diseño de la investigación	23
3.2.4. Método de la investigación	23
3.2.5. Población de Estudio	23

CONTENIDO

	Pag
3.2.6. Muestra	23
3.2.7. Unidad de Análisis.....	23
3.2.8. Definición de Variables	24
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	25
3.3.1. Técnicas	25
3.4. Procedimientos.....	26
3.4.1. Etapa Preliminar de Gabinete	26
3.4.2. Etapa de Campo.....	26
3.4.3. Etapa Final de Gabinete	26
3.5. Geología.....	27
3.5.1. Geología local.....	27
3.5.2. Geología estructural.....	27
3.5.3. Geología del yacimiento	27
3.6. Evaluación técnica de la estructura mineralizada de hierro.....	28
3.6.1. Clasificación del método en función de la geometría.....	29
3.6.2. Clasificación del método atendiendo a las características geomecánicas	32
3.6.3. Corte y relleno ascendente.....	39
3.6.4. Descripción del método de minado.	41
3.6.5. Reservas probadas y probables de la estructura de Hierro	45
3.6.6. Valorización económica	46
3.6.7. Ley de Corte (Cutt-Off)	49

CONTENIDO

	Pag
3.7. Costo de Minado.....	51
3.7.1. Costo de minado	51
3.7.2. Detalle de costo por tipo de gasto.....	52
3.8. Inversión	54
3.8.1. Inversión inicial	54
3.8.2. Financiamiento.....	55
3.9. Estados de resultados	56
3.9.1. Cálculo de flujo económico	58
3.9.2. Indicadores de evaluación Económica VAN, TIR, PRI.	59
CAPÍTULO IV:	60
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	60
4.1. Resultados de la investigación.....	60
4.1.1. Análisis de la evaluación técnica	60
4.1.2. Análisis de los índices económicos	62
4.2. Contrastación de la hipótesis	63
CAPÍTULO V.....	64
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
5.1. Conclusiones.....	64
5.2. Recomendaciones	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
ANEXOS	67

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag
Figura 1. Relación General de Exploración, Recursos Minerales y Reservas de Mena. (JORC, 2012)	5
Figura 2. Ejemplo de Dilución. (Llanque, 1999)	8
Figura 3: Formula del Valor Actual neto (Berk, DeMarzo, & Hardford, 2010).....	16
Figura 4: Formula de la Tasa Interna de Retorno	17
Figura 5: Periodo de Recuperación de Inversión	17
Figura 6: Ubicación de veta Alta Gracia.....	22
Figura 7: Veta de Hierro EW	28
Figura 8: Diseño de labores SE.....	29
Figura 9: Identificación de discontinuidades caja piso.	33
Figura 10: Diseño del método corte y relleno (Quispe 2004).....	40
Figura 11: Formula de número de taladros	41
Figura 12: diseño de galería de mina.	43
Figura 11: Diseño de desarrollo mina vista SE.....	45

ÍNDICE DE TABLAS

	Pag
Tabla 1. Clasificación y comparación general de los métodos.	10
Tabla 2. Clasificación del método en función de la geometría y distribución de leyes del yacimiento.....	11
Tabla 3. Geometría del Yacimiento y Distribución de leyes.	12
Tabla 4. Clasificación de las características geomecánicas de las rocas de la zona mineral, roca piso y roca techo.	13
Tabla 5. Características Geomecánicas.....	14
Tabla 6. Puntaje del método según su aplicabilidad	15
Tabla 7. Estructura del flujo de Caja (Sapag y Sapag, 2008)	19

ÍNDICE DE TABLAS

	Pag
Tabla 8. Operacionalización de Variables	24
Tabla 9. Clasificación del método en función de la geometría y distribución de leyes del yacimiento.....	31
Tabla 10. Número de discontinuidades de las estructuras rocosas.	32
Tabla 11. Espaciamiento de fracturas de techo.....	33
Tabla 12. Espaciamiento de fracturas de Mineral.....	34
Tabla 13. Espaciamiento de fracturas de Piso	34
Tabla 14. Resistencia de las discontinuidades – caja techo.	34
Tabla 15. Resistencia de las discontinuidades – Estructura.....	35
Tabla 16. Resistencia de las discontinuidades – caja piso	35
Tabla 17. Clasificación numérica para la zona mineral.....	36
Tabla 18. Clasificación numérica para la zona techo.	37
Tabla 19. Clasificación numérica para la zona mineral.....	38
Tabla 20. Clasificación numérica para método de minado.....	39
Tabla 21. Clasificación numérica	39
Tabla 22. Datos de la Sección de la Galería	44
Tabla 23. Estimación de Reservas Minerales	46
Tabla 24. Estimación de Reservas Minerales	46
Tabla 25. Pronósticos del precio.....	49
Tabla 26. Datos del cuerpo mineral	50
Tabla 27. Costos Directos unitarios	51
Tabla 28. Detalle de costo por tipo de gasto.....	52
Tabla 29. Inversión inicial	54
Tabla 30. Estado de Resultados del mes 1 al 6.....	56
Tabla 31. Estado de Resultados del mes 7 al 12.....	57
Tabla 32. Flujo económico	58
Tabla 33. Indicadores de evaluación Económica VAN, TIR, PRI	59
Tabla 34. Resultado de método de minado.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

	Pag
Tabla 35. Resultado de producción mensual	61
Tabla 36. Resultado de índices económicos	62

ÍNDICE DE GRAFICAS

	Pag
Grafica 1: Valor del mineral de hierro 2018 – 2021 Fuente: Investing.com	48
Grafica 2: Valor histórico del mineral de hierro 2011 – 2021 Fuente: Investing.com	48
Grafica 3: Distribución de Costos unitarios.	52

ÍNDICE DE FOTOS

	Pag
Foto 1. Veta Alta Gracia SE	73
Foto 2. Medición de la longitud de Veta Alta Gracia.	74
Foto 3. Veta Alta Gracia.	75

LISTA DE ABREVIACIONES

Fe	: Hierro
VAN	: Valor Actual Neto
TIR	: Tasa Interna de Retorno
PRI	: Periodo de Recuperación de la inversión
Tn	: Toneladas Métricas
E	: Este
GPS	: Sistema de Posicionamiento Global
(°)	: Grados
Ha	: Hectáreas
Hrs	: Horas
Kg	: Kilogramos
\$: Dólares
m.	: Metros
m ³	: Metros cúbicos
CIF	: Costo, Seguro y Flete
CFR	: Coste y cargo
FOB	: Gratis a bordo
N	: Norte
P	: Personal
%	: Porcentaje
R	: Radio
S	: Sur
T	: Tiempo
W	: Oeste

RESUMEN

La investigación de tesis se realizó en la veta de hierro – Alta Gracia en el distrito de Yonán y tuvo como finalidad evaluar el cuerpo mineral de magnetita mediante los índices económicos del valor actual neto, tasa interna de retorno y periodo de recuperación de la inversión. El proceso metodológico se basa en las etapas de campo y gabinete, en la primera etapa de gabinete se revisó la información de evaluación de proyectos mineros y método de minado, lo cual se contrasta en la etapa de campo con la información del proyecto que viene realizando la empresa encargada tales como datos técnicos del yacimiento, en la etapa final de gabinete se realizó el análisis de datos en las tablas de Nicholas para determinar el método de explotación, también la valorización del cuerpo mineral y estimando sus costos de explotación hasta que se realiza la venta del mineral a precio FOB (flete a bordo). Como resultado de la evaluación técnica se obtuvo que el método de explotación será corte y relleno ascendente y que los índices de la evaluación económica son \$ 604,904.76 como beneficio neto del proyecto, 36% de rentabilidad y de 25 meses de tiempo para recuperar la inversión.

Palabras Claves: Valor actual neto, Tasa interna de retorno, índices económicos, método de explotación.

ABSTRACT

The research of this thesis in the Alta Gracia iron vein in the Yonán district and its purpose was to evaluate the magnetite ore body through the economic indexes of net present value, internal rate of return and investment recovery period. The methodological process is based on the stages of field and office, in the first stage of cabinet the information of evaluation of mining projects and mining method was reviewed, which is contrasted in the field stage with the information of the project that the company in charge has been carrying out such as ore grades and technical data of the deposit, In the final stage of the office, the data analysis was carried out in the Nicholas tables to determine the mining method, also the valuation of the ore body and estimating its mining costs until the ore is sold at FOB price (freight on board). As a result of the technical evaluation it was obtained that the exploitation method will be cut and fill upwards and that the economic evaluation indexes are \$ \$ 604,904.76 as net benefit of the project, 36% of profitability and 25 months of time to recover the investment.

Keywords: Net present value, internal rate of return, economic indexes, exploitation method.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

La minería en su conjunto presenta diferentes proyectos mineros en los cuales se tienen que hacer una evaluación técnica – económica, por ello se aborda la exploración, diseño, análisis, método de explotación y planeamiento. Para poder saber si puede ser factible o no, por ello la puesta de valor en el potencial mineralógico que tiene el Perú y sus diferentes departamentos; en este caso en el yacimiento de mineral de hierro de la veta alta gracia.

La veta de hierro alta gracia - Yonán, fue explotada en sus inicios en forma de tajo abierto, método que fue rentable hasta cierto nivel de profundidad, debido a sus altos costos se dejó de explotar sumado a esto el precio de commodity de hierro estuvo bajo.

En la presente tesis hace énfasis en el alcance técnico de método de extracción, teniendo como objetivo evaluación económica y técnica para la explotación de hierro en la veta alta gracia - Yonán , así poder optar una buena decisión de inversión y explotación teniendo en cuenta los índices económicos tales como valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR) y periodo de recuperación de inversión (PRI), los cuales son muy importante para minería subterráneas y superficial; la programación de la producción a largo plazo es una parte fundamental en todo proyecto minero.

En esta investigación busco analizar la rentabilidad de la explotación de hierro a partir de sus reservas probadas y probables, estimando de la vida útil de la mina y así calcular los índices económicos los cuales son muy importantes para todo tipo de inversión. Teniendo en cuenta que los minerales del hierro en Cajamarca han tenido una escasa explotación. A partir de ello se plantea la siguiente hipótesis general: ¿La evaluación técnica y económica permitirá determinar la explotación del yacimiento de hierro?, y la hipótesis específica: ¿El análisis técnico ayudara a

determinar el método de explotación del mineral para poder reducir costos y determinar la producción diaria? Orientados en tal sentido la investigación a comprobado que: En tal sentido la investigación ha comprobado que la Veta Alta Gracia llega a ser rentable por el método de explotación subterránea corte y relleno ascendente, las condiciones geométricas, geomecánicas y características de la roca caja piso y del mineral en su conjunto hacen posible concluir en ese tipo de método de explotación por otro lado la evaluación económica presenta índices que hacen que la mina y el proyecto en su conjunto sea muy rentable y presente beneficios a mediano plazo a los inversionistas y socios de la mina. para la evaluación económica sea considerado cada uno de los costos de acuerdo al mercado y a los diferentes proyectos mineros en los cuales he sido parte así también se contempla todas las áreas necesarias en mina estos costos se han hecho con un tipo de cambio de 4 soles por dólar.

La presente investigación se organizó en cinco capítulos los cuales se detallan a continuación.

En el capítulo I, se describe el planteamiento y formulación del problema, hipótesis, justificación, delimitación y los objetivos de la investigación. En el capítulo II, hacemos énfasis en el marco teórico de nuestra investigación teniendo en cuenta las bases teóricas de diferentes fuentes y autores, a cada uno de ellos citándolos con el aporte hecho a esta investigación, definimos también los términos básicos a fin puedan servir para el mejor entendimiento de nuestra investigación. En el capítulo III, construimos la descripción de los materiales y métodos que se utilizaron en esta investigación damos inicio con la ubicación geográfica, accesibilidad, los procedimientos de gabinete y campo así también la geología local estructural del yacimiento y la evaluación técnica de la estructura mineralizada hierro en su conjunto, para poder determinar el método de explotación así también hemos hecho la valorización económica; luego determinado los costos de minado, los detalles de cada tipo de gasto, la inversión y el financiamiento posterior a ello hemos realizado un estado de resultados para poder encontrar los índices económicos tales como el VAN, TIR y PIR. En el capítulo IV, analizo y discuto los resultados de la presente investigación tanto de la evaluación económica y la evaluación técnica para poder contrastar nuestra hipótesis. En el capítulo V, se redacta las conclusiones y recomendaciones de la presente investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Teóricos

2.1.1. Internacionales

Salomon (2018) En su informe denominado Análisis Estructural de la Minería de Hierro, concluyen que el nivel de desarrollo que tuvieron las variables tipo de excavación y relación mena/escombros, consideradas como variables fundamentales para el desarrollo óptimo de explotación de los yacimientos de hierro, se ubica la planificación y control de la producción, en cuanto a la preponderancia de la variable esquema de operación/guardia.

Mohammad (2005) En su investigación para el congreso mundial de minería de hierro, presento el procesamiento del mineral de hierro, el cual empieza en una trituradora de mandíbula, luego por molinos SAG, el cual da como resultado -5 mm. Posteriormente la planta magnética. El cual hace la selectividad de las partículas de hierro. El precio de la planta mencionada esta entre 100 y 200 mil dólares.

2.1.2. Nacionales

Sosa (2018) En su tesis denominada Evaluación técnico y económico para la explotación la veta amarilla - sociedad minera Yanapaccha, yacimiento que tiene características similares al de esta investigación, concluye usar el método corte y relleno ascendente con relleno detrítico, así también realizar un planeamiento a largo plazo con fines de exploración e invertir cuando el valor del mineral aurífero alcance su más alto costo para de 1200 \$/onz troy.

Reyes (1986) La evaluación económica realizada a la mina de Hierro Perú, analizo la ampliación de la mina teniendo un 50% del costo aceptado de la ley de corte, y con mayores limites finales teniendo un costo de minado de 13 a 18 dólares por tonelada. Se ha considerado a posteriori un desarrollo subterráneo, en caso los costos de superficie sobrepasen lo requerido. Así mismo la producción se mantenga a flote.

2.1.3. Local

Aguilar y Cercado (2019) En su tesis denominada Realizaron la determinación del método de explotación subterránea para la veta alta gracia, donde el yacimiento tiene una forma tabular, potencia estrecha, inclinación intermedia y una distribución de leyes uniforme, concluyen usar el método de corte y relleno ascendente por ser un método selectivo y bajo costo de explotación.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Estimación de recursos y reservas

Para poder estimar los recursos y reservas, se recopilaron la información mediante ensayos de laboratorio y pruebas metalúrgicas, así también las vetas que no están verificados se consideran como recursos minerales inferidos, la proyección que se realice hacia los niveles inferiores se tendrá que corroborar con las cortadas que se realice a la veta, se consideran como recursos minerales inferidos y tienen baja confiabilidad.

B. Recurso Mineral Indicado

Es parte de un recurso cuyo tonelaje, morfología, características físicas, leyes y contenido mineral pueden estimarse con un nivel de confianza medianamente razonable. El estimado se basa en la información de exploración, muestreo y pruebas reunidas con técnicas apropiadas de lugares tales como afloramientos, zanjas, pozos, labores mineras, beneficios y taladros; no obstante, los lugares están demasiado distantes o inadecuadamente espaciados para confirmar la continuidad geológica y de leyes, pero si lo suficientemente cercanos para asumirlas. La confianza en el estimado resulta suficientemente alta como para aplicar los parámetros técnicos y económicos para una posible evaluación de prefactibilidad económica. (Sosa, 2018)

C. Recurso Mineral Inferido

Parte de un recurso cuyo tonelaje, leyes y contenidos minerales pueden estimarse con un bajo nivel de confianza, resulta inferido a partir de evidencias geológicas y/o leyes asumidas por muestreos superficiales, pero no verificadas en profundidad. La confianza en el estimado es insuficiente como para aplicar parámetros técnicos y económicos o realizar una evaluación económica de prefactibilidad que merezca darse a conocer al público. (Sosa, 2018)

2.2.1.2. Estimación de reservas

A. Reserva Mineral Probada

Es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Medido, Incluye los materiales de dilución y tolerancias por pérdidas que puedan producirse cuando se explota el mineral. En esta etapa se han realizado evaluaciones apropiadas que puedan incluir estudios de factibilidad e incluyen la consideración y modificación por factores fehacientemente asumidos de minería, metalúrgicos, económicos, de mercadeo, legales, medioambientales, sociales y gubernamentales. (Sosa, 2018)

B. Reserva Mineral Probable

Es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Indicado y en algunas circunstancias del Recurso Mineral Medido, Incluye los materiales de dilución y tolerancias por pérdidas que puedan producirse cuando se explota el mineral. En esta etapa se han realizado evaluaciones apropiadas que puedan incluir estudios de factibilidad e incluyen la consideración y modificación por factores razonablemente asumidos de minería, metalúrgicos, económicos, de mercadeo, legales, medioambientales, sociales y gubernamentales. Estas evaluaciones demuestran a la fecha en que se presenta el informe, que la extracción podría justificarse razonablemente. Una Reserva Mineral Probable tiene un nivel más bajo de confianza que una Reserva Mineral Probada. (Sosa, 2018)

2.2.2. Estimación de Leyes

Las leyes se estimarán en laboratorio, las cuales serán por método de canales y sistemático.

A. Dilución

Resulta de mezclar el mineral con roca ya sea de la caja piso o caja techo, lo que ocasiona una disminución de la ley del mineral, en la gran mayoría de minas pasa esto, por ello se estima cual es la dilución aceptable, se calcula multiplicando el ancho de la veta por la ley entre el ancho de minado.

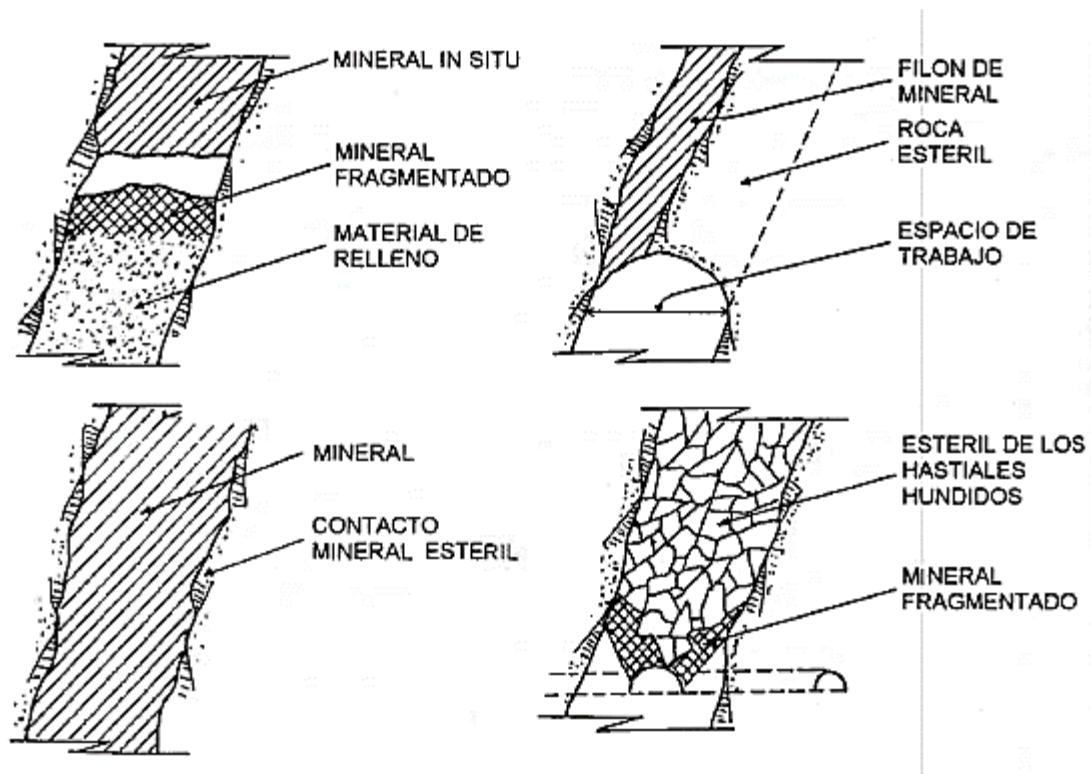


Figura 2. Ejemplo de Dilución. (Llanque, 1999)

B. Dilución mínima

La dilución mínima es la mezcla inevitable del material pobre o sin ley, cuyo ancho es mayor que la diferencia entre el ancho mínimo de minado y dicha dilución.

C. Ancho de Minado

Es una operación mínima que se ha determinado por el área de ingeniería del proyecto donde contemplan como factor clave el ancho de los equipos. Este término se considera para operaciones pequeñas.

2.2.3. Mineralogía

El macizo rocoso estudiado en el yacimiento de hierro tiene una potencia de 3 a 4 m aproximadamente y se considera una veta. Se la puede nombrar como una mena metálica ferrosa, en la cual aparte de la presencia de hierro encontramos diferentes minerales como magnetita y calcita, esta última encontrada en un horst. (Aguilar & Cercado, (2019)

2.2.4. Estudios geomecánicas

Según (Aguilar & Cercado, (2019) los estudios realizados de geomecánica se ha determinado que la resistencia caja techo y caja piso es pequeña (2.47 MPa), media (1.03 MPa) y pequeña (0.58 MPa) respectivamente; con estas características de demuestra que es roca media competente.

2.2.5. Evaluación técnico – Económica

A. Evaluación

Proceso que tiene por finalidad garantizar el cumplimiento adecuado de las metas propuestas en cualquier tipo de proyecto, así también la forma en como han sido distribuidos los recursos, por ello también se realizan el análisis de desviaciones y la adopción de medidas correctivas, para alcanzar los objetivos del mismo.

B. Evaluación Técnica

Es el proceso por el cual pasa todo proyecto donde se establece criterios de ingeniería, que cumplan plenamente con los objetivos y metas, así también que vayan acordes con la norma legal y reglamentos técnicos. Busca también realizar la mejor solución basado en la tecnología apropiada y sea compatible con los recursos tanto en bienes y cantidades, basados costos competitivos en el mercado actual.

C. Evaluación Económica

La evaluación económica tiene por objetivo fundamental evaluar las ventajas comparativas y desventajas relacionadas al costo de inversión de un proyecto minero en este caso la veta de hierro.

2.2.6. Método de explotación

Los métodos se basaban en las buenas prácticas de otros proyectos mineros, los cuales tenían yacimientos y características similares. En la actualidad es necesario evaluar la mina para poder determinar el método de explotación o para cambiar el mismo así también se determina cuanto será la inversión inicial para el inicio de operación. Los aspectos más analizados para determinar un método son la distribución de leyes, geometría de yacimiento, roca encajonante, aspectos económicos, roca encajonante, temas ambientales y condiciones sociales. (Llanque, 1999)

Tabla 1. Clasificación y comparación general de los métodos.

Método con mínimo soporte o con espacios abiertos	Métodos con soporte adicional o con relleno	Métodos por hundimiento o derrumbes
Cámaras y pilares Tajeo por subniveles Cráteres verticales en retroceso	Corte y relleno ascendente Corte y relleno descendente Almacenamiento provisional Estibación con cuadros Tajeos largos	Hundimiento por subniveles Hundimiento por bloques
Son de dilución intermedia Mala recuperación si los pilares residuales no pueden extraerse	Altos costos de minado Alta recuperación y baja dilución	Bajo costo por tonelada Baja recuperación y fuerte dilución

Fuente: (Llanque, 1999)

2.2.7. Factores que influyen en la selección del método de explotación

2.2.7.1. Condiciones Geológicas

Las condiciones geológicas se refieren a las características del yacimiento mineral, principales rocas, estructuras de falla, cantidad de los recursos mineros y reservas. Así también se plasma los planos en 2D y 3D para poder tener un alcance del mismo. (Llanque, 1999)

2.2.7.2. Geometría del Yacimiento y Distribución de leyes

Se entiende por geometría del yacimiento a la forma del mismo, longitud, potencia, profundidad e inclinación. La distribución de las leyes puede ser: errática, uniforme, gradual o diseminada. (Llanque, 1999)

Tabla 2. Clasificación del método en función de la geometría y distribución de leyes del yacimiento

Métodos de explotación	Forma del yacimiento			Potencia del mineral				Inclinación			Distribución de leyes		
	M	T	I	E	I	P	MP	T	IT	IN	U	D	E
Cielo abierto	1	2	3	2	1	4	4	3	1	4	1	3	3
Hundimiento de Bloques	4	2	0	-49	0	2	4	3	2	4	4	2	0
Cámaras por subniveles	2	2	1	1	2	4	3	2	1	4	3	3	1
Hundimiento por subniveles	3	4	1	-49	0	4	4	1	1	4	4	2	0
Tajo largo	-49	0	-49	4	0	-49	-49	4	0	-49	4	2	0
Cámaras y pilares	4	4	2	4	2	-49	-49	4	1	0	4	1	1
Cámaras almacén	2	2	1	2	2	4	3	2	1	4	3	2	1
Corte y relleno	0	4	2	4	4	0	0	0	3	4	3	3	3
Fajas ascendentes	3	3	0	-49	0	3	4	4	1	2	4	2	0
Entibación con marcos	0	2	4	4	4	1	1	2	3	3	3	3	3

Masivo
Tabular
Irregular

Estrecho
Intermedio
Potente
MP = Muy
Potente

Tumbado
Intermedio
Inclinado

Uniforme
Diseminado
Errático

Fuente: (Llanque, 1999)

La tabla 3 resume cada una de las características que tiene la geometría del yacimiento y su distribución de leyes.

Tabla 3. Geometría del Yacimiento y Distribución de leyes.

1. FORMA
<ul style="list-style-type: none"> a. Equidimensional o masivo: Todas las dimensiones son similares en cualquier dirección. b. Tabular: Dos de las dimensiones son mucho mayor que la tercera. c. Irregular: Las dimensiones varían a distancias muy pequeñas
2. POTENCIA DEL MINERAL
<ul style="list-style-type: none"> a. Estrecha: < a 10 m b. Intermedia: 10 - 30 m c. Potente: 30 - 100 m d. Muy potente: > a 100 m
3. INCLINACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> a. Echado: < a 20 ° b. Intermedio: 20 - 55° c. Inclinado: > a 55°
4. PROFUNDIDAD DESDE LA SUPERFICIE
<ul style="list-style-type: none"> a. Pequeña: < a 150 m b. Intermedia: 150 - 600 m c. Alta: > a 600 m
5. DISTRIBUCIÓN DE LEYES
<ul style="list-style-type: none"> a. Uniforme: La ley del yacimiento se mantiene prácticamente constante en cualquier punto del yacimiento mineralizado b. Gradual o diseminado: Las leyes tienen una distribución zonal, identificándose cambios graduales de un punto a otro. c. Errático: No existe una relación espacial entre las leyes, ya que las cambian radicalmente de un punto a otro en distancias muy pequeñas.

Fuente: (Llanque, 1999)

A.- Modelo de Secciones para cubicar el cuerpo mineral.

Este método se utiliza para determinar la cantidad de mineral en la veta alta gracia, el cuerpo se dividirá en varios bloques, definiéndose cada uno de los cuales están dados en dos secciones contiguas, ahí mismo se calcula el área.

2.2.7.3. Características Geomecánicas de Yacimiento

El comportamiento geotécnico de los diferentes materiales depende: la resistencia de la roca, el grado de fracturación del macizo rocoso y la resistencia a las discontinuidades. El espaciamiento entre las facturas por metro o por el RQD (“Roch Quality Designation”). Así también en el grado que el mineral y la roca de las cajas vayan a resistir sin apoyo. De igual modo son importantes para dimensionar la sección de la operación. En la tabla que a continuación se denota.

Tabla 4. Clasificación de las características geomecánicas de las rocas de la zona mineral, roca piso y roca techo.

Métodos de explotación	Resistencia de la roca			Espaciamiento entre fractura				Resistencia de las discontinuidades		
	P	M	A	MP	P	G	MG	P	M	G
<i>Cielo abierto</i>	3	1	4	2	3	4	4	2	3	4
<i>Hundimiento de Bloques</i>	4	1	1	4	4	3	0	4	3	0
<i>Cámaras por subniveles</i>	-49	3	4	0	0	1	4	0	2	4
<i>Hundimiento por subniveles</i>	0	3	3	0	2	4	4	0	2	2
<i>Tajo largo</i>	4	1	0	4	4	0	0	4	3	0
<i>Cámaras y pilares</i>	0	3	4	0	1	2	4	0	2	4
<i>Cámaras almacén</i>	1	3	4	0	1	3	4	0	2	4
<i>Corte y relleno</i>	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2
<i>Fajas ascendentes</i>	2	3	3	1	1	2	4	1	2	4
<i>Entibacion con marcos</i>	4	1	1	4	4	2	1	4	3	2

Pequeña
Media Media
Alta Alta

Muy Pequeño
Pequeño
Grande
MP = Muy grande

P = Pequeña
M = Media
G = Grande

Fuente: (Llanque, 1999)

La tabla 5 resume cada una de las características que tiene la geomecánica las cuales son muy importantes para el RQD.

Tabla 5. Características Geomecánicas.

1. RESISTENCIA DE LA MATRIZ ROCOSA		
Resistencia a la compresión simple (Mpa)/ Presión del recubrimiento (Mpa)		
a. Pequeña: < a 8		
b. Media: 8 - 15		
c. Alta: > a 15		
2. ESPACIAMIENTO ENTRE FRACTURAS		
	Fracturas	RQD (%)
a. Muy pequeño	>16	0 - 20
b. Pequeño	10- 16	20 - 40
c. Grande	3- 10	40 - 70
d.. Muy grande	3	70 - 100
3. RESISTENCIA A LAS DISCONTINUIDADES		
a. Pequeña: discontinuidades limpias con una superficie suave o con un material de relleno blando.		
b. Media: Discontinuidades limpias con una superficie rugosa.		
c. Grande: Discontinuidades rellenas con unas materias de resistencia igual o mayor que la roca intacta.		

Fuente: (Llanque, 1999)

2.2.8. Análisis de procedimiento numérico y selección

El análisis numérico presenta las diferentes variables para una óptima selección del método de explotación la cual nos daría como resultado la evaluación técnica del proyecto minero específicamente de la veta Alta Gracia, por ello de forma general revisaremos cuales son las variables.

Entre las variables están la geometría del yacimiento, y su distribución de leyes del yacimiento, las características geomecánicas del mineral, las características geomecánicas de la caja techo, de la caja piso. Con lo mencionado se concluye su clasificación.

Tabla 6. Puntaje del método según su aplicabilidad

CLASIFICACIÓN	VALOR
Preferido	3 - 4
Probable	1 - 2
Improbable	0
Desechado	-49

Fuente: (Llanque, 1999)

2.2.9. Descripción del método de minado

El método de corte y relleno tiene grados de mecanización dependiendo de la maquinaria que se usara en el proyecto, en este caso se ha considerado convencional por lo que se utilizara perforadoras Jack Leg y rastrillaje. Se puede aplicar en yacimientos con buzamientos pronunciados en cualquier depósito y terreno, con cajas medianamente competentes, las cajas del yacimiento pueden ser irregulares y no competentes, el mineral debe tener buena ley disponibilidad del material de relleno

2.2.9.1. Desarrollo.

Se desarrolla una galería de transporte a lo largo del yacimiento en el nivel principal, chimeneas y caminos deben ser construidos a una distancia requerida según el diseño o planeamiento de desarrollo y explotación el área del tajo debe estar entre 5 a 2 m sobre el área de transporte las chimeneas para ventilación y transporte de relleno deben ser construidas del nivel inferior al nivel superior.

2.2.9.2. Preparación.

En la preparación se desarrolla el transporte del mineral los niveles de los tajeos nivel de corte y nivel inferior y superior el drenaje de las aguas del relleno hidráulico el camino para el personal las instalaciones de tuberías de agua y aire comprimido y la ventilación.

2.2.10. Indicadores para la Evaluación Económica (VAN, TIR, PRI)

2.2.10.1. Valor Actual Neto (VAN)

El Valor Actual Neto o Valor Presente Neto (NPV) es un índice económico y criterio de decisión, que sirve para determinar la diferencia entre el valor actual de sus ingresos y el valor actual de sus costos, donde incluye la inversión, el proyecto será factible siempre y cuando el VAN sea positivo y se rechaza el proyecto cuando el VAN es negativo. Las ventajas serán la proyección económica del proyecto o empresa. (Berk, DeMarzo, & Hardford, 2010)

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1+i)^t}$$

Figura 3: Formula del Valor Actual neto (*Hardford, 2010*)

Donde:

I_0 = Inversión inicial

n = Cantidad de flujos futuros

t = años

i = Tasa de actualización

S_t = Flujos de caja en un periodo t .

2.2.10.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno es un índice económico y también es un criterio de decisión que iguala a 0 el valor actual neto en una medida del rendimiento medio de la inversión, se acepta los proyectos e inversión donde la TIR supere costo de oportunidad. (Berk, DeMarzo, & Hardford, 2010)

$$TIR = \sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+i)^t} = 0$$

Figura 4: Formula de la Tasa Interna de Retorno (Sapag, 2008)

Donde:

F_n :Es el flujo de caja en el periodo n.

n :Es el número de períodos.

I :Es el valor de la inversión inicial.

2.2.10.3. Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI)

El Periodo de Recuperación de la inversión o Payback o Plazo de Recuperación de la Inversión, es un criterio de decisión que determina el tiempo en recuperarse el retorno de la inversión inicial, los inversionistas determinan cuanto es el tiempo máximo de PIR para aceptar el proyecto su ventaja es fortalecer la liquidez. (Berk y Hardford, 2010)

$$PRI = a + \frac{I_0 - b}{F_t}$$

Figura 5: Periodo de Recuperación de Inversión (Sapag, 2008)

Donde:

a = es el número del periodo inmediatamente anterior hasta recuperar el desembolso.

I_0 = es la inversión inicial del proyecto

b = es la suma de los flujos hasta el final del periodo «a»

F_t = es el valor del flujo de caja del año en que se recupera la inversión

2.2.11. Costos.

Los costos es el desembolso de dinero de forma tangible o virtual que lo realiza de una persona a otra persona o empresa, que se realizan en el presente o futuro, dentro de los cuales existen diferentes tipos de costos. (Lozano, 2013)

2.2.11.1. Costos de Producción

Están formados por diferentes elementos que tienen valor y para adquirirlos generan un costo para la empresa que los necesita y son los siguientes: mano de obra directa, materias primas, materiales indirectos, costos de insumos, costos de mantenimiento y costos de depreciación. (Lozano, 2013)

2.2.11.2. Costos de Administración

Estos costos están contemplados es todas las empresas porque realizan trabajos de gestión los cuales están compuestos de: gerencias operativas, de planeamiento, supervisión, recursos humanos, área legal, ingeniería del proyecto. (Lozano, 2013)

2.2.11.3. Costos de Venta.

Son los generados por el área de venta donde se incluye desde su obtención hasta su entrega del mineral con el cliente lo cuales son: Transporte terrestre o marítimo, transformación del mineral en la cadena de valor, e IGV. (Lozano, 2013)

2.2.11.4. Costos Financieros

Son los costos generados por créditos realizados para la ejecución del proyecto, donde los intereses se deben pagar de los ingresos de la mina este costo se detalla en porcentaje. (Lozano, 2013)

2.2.12. Presupuesto.

El presupuesto está calculado con los costos financieros, costos de venta, gastos de administración, costos de producción, con estos costos se arma un flujo de caja, con lo cual se estima la trayectoria futura del proyecto minero. (Lozano, 2013)

2.2.13. Flujo de Caja

El flujo de caja contribuye enormemente al proyecto porque es uno de los elementos más importantes, ya que la evaluación económica de todo proyecto se efectuará sobre los resultados proyectados, Así también el flujo de caja nos ayuda y plasma una visión mas clara si el proyecto nos será rentable puesto que las ganancias netas serán positivas y la inversión negativa.

En la siguiente tabla se puede observar la estructura general del flujo.

Tabla 7. Estructura del flujo de Caja

+ Ingresos afectos a impuestos
- Egresos afectos a impuestos
- Gastos no desembolsables
<hr/>
= Utilidad antes de impuesto
- Impuesto
<hr/>
= Utilidad después de impuesto
+ Ajustes por gastos no desembolsables
- Egresos no afectos a impuestos
+ Beneficios no afectos a impuestos
<hr/>
= Flujo de caja

Fuente: (Sapag, 2008)

2.2.14. Inversión Inicial

Es el estimado del costo total para empezar la operación, donde se incluyen los activos fijos y variables, a excepción del capital de trabajo, la inversión más notable se da en la etapa de construcción y operación del proyecto. (Lozano, 2013)

2.3. Definición de términos básicos

Muestreo por canales. Método por el cual se extrae muestras de la veta las cuales son transversales a la estructura mineralizada. (Llanque, 1999)

Estimación. Es una predicción de como los recursos económicos o humanos, serán distribuidos en la explotación de la veta Alta Gracia una vez se ejecute. (JORC, 2012)

Ingresos. Es el dinero que ingresa a la empresa, por ventas de su producto en este caso mineral, la cantidad de ingresos dependerá de la producción y ley del mineral. (Sapag y Sapag, 2008)

Costo fijo. Es aquel que siempre estará presente en la operación o producción, el mismo que se genera cada mes independientemente. (Darling, 2011)

Costo Variable. Este costo se genera específicamente de la operación, siendo el resultado del tiempo de operación de la máquina en general en las diferentes actividades. (Hustrulid, 2013)

Costo horario. Es el costo que se genera en un tiempo determinado por consecuencia de la ejecución continua o discontinua en la operación su unidad de medida es USD/unidad de Tiempo. (Darling, 2011)

Costo por actividad. Se considera a este costo como el generado por realizar una actividad específica, creando una cuenta de costos único. (Hustrulid, 2013)

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

3.1.1. Ubicación geográfica

La veta Alta Gracia se encuentra ubicada en el distrito de Yonán, provincia de Contumazá, departamento de Cajamarca, aproximadamente 130 Km de la capital de la región y a 15 km de la ciudad de Yonán. Pasando 9 km de la represa Gallito Ciego a 3 Km del centro poblado de Ventanillas, situándose al sur del río Jequetepeque. A una altitud que varía de 370 a 350 msnm.

3.1.2. Accesibilidad

El acceso a la veta Alta Gracia es a través de la carretera a la costa, la misma esta asfaltada en todo el trayecto y parte de la ciudad de Cajamarca hasta aproximadamente 130 Km y a 5 Km del distrito de Yonán, llegar hasta la zona de la veta, toma un tiempo aproximado de 3 horas. Una vez llegado al distrito de ventanillas nos separa 10 min de camino.

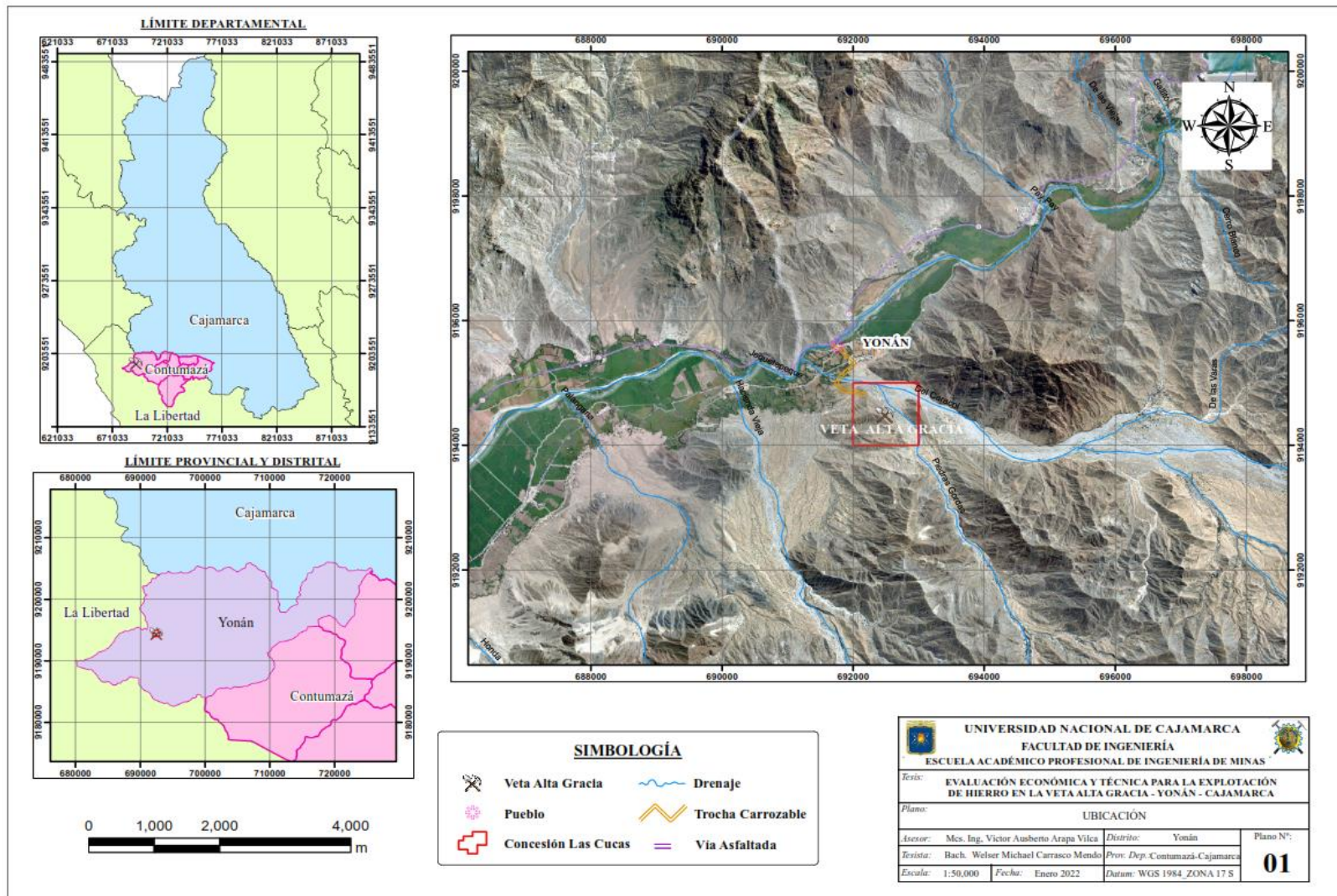


Figura 6: Ubicación de veta Alta Gracia

3.2. Metodología de la investigación

3.2.1. Tipo de la investigación

Analítica transversal porque se ha tomado un tiempo determinado para realizar la investigación.

3.2.2. Nivel de la investigación

El nivel de la investigación es descriptivo y explicativo, porque describo el método de minado y explico los índices económicos.

3.2.3. Diseño de la investigación

Diseño de investigación no experimental, porque es estudio conceptual donde evaluó y no ejecuto.

3.2.4. Método de la investigación

El método es deductivo – inductivo porque utilizo las fórmulas ya establecidas y conocidas para índices económicos.

3.2.5. Población de Estudio

Veta de hierro Alta gracia- Yonán, 150 m de afloramiento y 3.5 m de potencia.

3.2.6. Muestra

Veta de hierro nivel 350 hasta el nivel 200

3.2.7. Unidad de Análisis

Costo por tonelada de mineral explotado.

3.2.8. Definición de Variables

3.2.8.1. Variables Independientes

Explotación de hierro en la Veta Alta Gracia: Operación que se lleva a cabo en una Veta para generar valor en el mineral.

3.2.8.2. Variables Dependientes

Evaluación técnica y económica: el estudio de factibilidad es la evaluación que realiza una empresa para determinar si el negocio que se propone será rentable o no rentable, y cuáles serán las estrategias para que el proyecto sea factible.

Tabla 8. Operacionalización de Variables

	VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
INDEPENDIENTE	Evaluación técnica y económica	Beneficios netos	VAN	Valor Numérico	Dólares
		indicador que mide la rentabilidad promedio	TIR	Rentabilidad	%
		Tiempo de retorno de la inversión	PRI	Tiempo	Años
DEPENDIENTE	Explotación de hierro en la Veta alta gracia	Cantidad de mineral extraído	Producción diaria	Cantidad	Tn

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1. Técnicas

- Observación directa: Para poder recopilar información sobre las medidas de la veta tales como longitud la cual aflora 150 m , espesor 3.5 m y profundidad 150 m , tipo de roca caja y piso, cabe resaltar que se realiza mediciones sistemáticas para poder segmentar el cuerpo mineral y categorizarlo por bloques así mismo realice la recolección de muestras para mandar a laboratorio y puedan dar como resultado la ley del mineral.
- Análisis documental: Se realiza esto para la revisión de diferentes fuentes bibliográficas referidas al tema de la investigación tales como libros, tesis, papers, revistas científicas, páginas web de bolsas de valores internacionales, informes de campo de la empresa resultados de laboratorio.

3.3.2. Instrumentos, materiales y equipos

- Libreta de campo y lapicero: para apuntar los diferentes datos de la veta Alta Gracia.
- Wincha o Flexómetro: para medir las secciones y longitudes del cuerpo mineral.
- Laptop: para el procesamiento de la información utilizando softwar's de minería y Excel
- GPS: para ubicar las coordenadas de la Veta.
- Cámara fotográfica: Para capturar fotos en campo.
- Brújula: para medir el rumbo y buzamiento del cuerpo mineralizado.
- Planos: Ilustraciones realizadas para entender el campo.
- Word: programa para redacción.
- Excel: Programa para cálculos.

3.4. Procedimientos

Para realizar esta investigación para evaluar el proyecto he visto conveniente realizar dos etapas, las cuales comprende dos de gabinete y una de campo, datos que me permitirán realizar un cálculo preciso y así también al dueño de la mina para poder invertir.

3.4.1. Etapa Preliminar de Gabinete

En esta etapa hacemos énfasis en la revisión de los informes presentados por el equipo técnico del proyecto minero donde se encuentran inmersos ingenieros geólogos y de minas, así también las tesis realizadas en el mismo y bibliografía tales como libros de métodos de explotación y de finanzas corporativas para la toma de decisiones.

3.4.2. Etapa de Campo

Esta etapa sirvió para realizar las 2 visitas al proyecto, para el reconocimiento general de la zona de estudio en este caso la Veta Alta Gracia, también se extrajo diferentes muestras del mineral para los análisis de laboratorio, verificar las leyes del mineral, por otro lado se hizo las mediciones del cuerpo mineral para determinar las dimensiones y poder contrastar la información del equipo técnico del proyecto minero que han realizado.

3.4.3. Etapa Final de Gabinete

En esta etapa procedí a elaborar las tablas con los datos recogidos en campo para su análisis, en ellos contemplo la cantidad de mineral de hierro por tonelada (ley), valor de commodity en el mercado internacional y su posterior valorización de la tonelada de mineral, como ingreso. Luego también realicé el análisis de costo por cada operación unitaria, para este caso reuní los costos promedios de las minas que son similares a la de este proyecto donde ya se tienen establecidos, con ello conseguí realizar el análisis estadístico deductivo – inductivo para desarrollar los gráficos de barras y tablas de flujo de caja y obtener los resultados cuantificados y así obtener los objetivos de la investigación tales como el VAN, TIR y PIR. Cabe resaltar que todos los datos son procesados en Microsoft Excel con el único fin de resguardar de una forma ordenada los datos y no menos importante la elaboración de la herramienta de diseño de flujo de caja, sensibilidad del proyecto y en un futuro se pueda mejorar.

3.5. Geología

3.5.1. Geología local

Las rocas datan del cretácico inferior en el Grupo Goyllarisquizga donde constituyen las formaciones Chimú, Santa, Carhuaz y Farrat, donde encontramos areniscas, lutitas y limonitas; así también se observa rocas ígneas las cuales destacan granito y granodioritas; asimismo de tipo metamórfica las cuarcitas y pizarra. En el grupo mencionado alberga cuatro mantos conocidos con un ancho promedio de 0.8 m cada uno, la veta Alta Gracia está dentro de ellos con una potencia promedio de 3.5 m. (Aguilar y Cercado, 2019)

La F. Chimú está formada por areniscas cuarzosas y gris blanquecinas, en F. Santa esta existen calizas margosas con areniscas gris oscuras e interacción de lutitas los que se hallan totalmente cubiertos por el suelo en campo se observa el metamorfismo de las lutitas y areniscas. En la F. Carhuaz esta compuesta con arcillas, limonitas y areniscas, esta formación se depositó en un ambiente típico lacustrino (Lagos y Quispe, 2007), la F. Farrat, litológicamente está compuesta de areniscas blanquecinas de grano medio y grueso. Se ha depositado en un ambiente litoral- playero (Lagos y Quispe, 2007).

3.5.2. Geología estructural

De acuerdo con (Aguilar y Cercado, 2019), en resumen, en el área del proyecto se presenta una falla que va a una dirección de Este a Oeste la misma que esta paralela a la veta en estudio, como parte de los movimientos tectónicos que se produjeron para la afloración de la veta Alta Gracia. Existen más fallas a los alrededores del yacimiento, pero ninguna forma parte del mismo.

3.5.3. Geología del yacimiento

El yacimiento es de la serie endógena se ubican en zonas estructurales profundas los que guardan relación con procesos geoquímicos internos de la tierra, así mismo pertenecen al grupo de los Skarn dentro de este están: scheelita, casiterita, fluorita, calcopirita, blenda, galena, magnetita y hematita, los mismos que fueron formados por el metasomatismo entre capas calcáreas y intrusivos silicatados. (Vassallo, 2008)

La clasificación del cuerpo mineral sería vetiforme el cual se formó a partir de una falla, la misma que permitió emerger el fluido magmático el cual presenta menas metálicas ferrosas tales como magnetita y hematita en 60% de pureza según laboratorio observando los resultados de la empresa, la mencionada veta de hierro tiene una potencia promedio de 3.5 m la cual lleva por nombre Alta Gracia, la misma que aflora mas de 150 m. (Aguilar y Cercado, 2019)

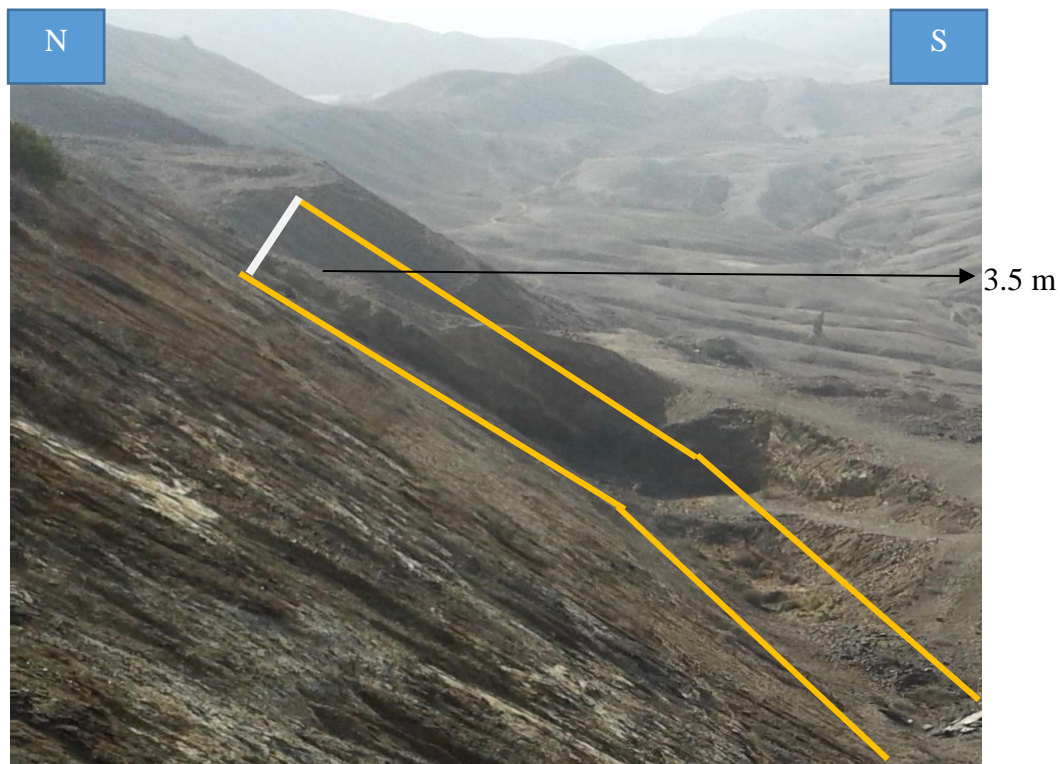


Figura 7: Veta de Hierro EW.

Se observa el cuerpo mineral vetiforme sobre la roca piso la misma que se observa como espejo de falla donde hubo explotación en años pasados.

3.6. Evaluación técnica de la estructura mineralizada de hierro

La evaluación técnica nos permitirá determinar el método de explotación por medio de la comparación con el cuadro de Nicholas, en esta parte se precisa las características geométricas, geomecánicas y distribución de leyes, a partir de ello se hará las recomendaciones técnicas de cómo sería el proyecto en cada una de las operaciones unitarias.

3.6.1. Clasificación del método en función de la geometría y distribución de leyes del yacimiento.

- **Geometría del yacimiento** tiene un afloramiento de 150 m y una profundidad de 150 m la cual es nuestra muestra en esta tesis con lo que se concluye que es una veta de tipo tabular.
- **Potencia** del cuerpo mineralizado que aflora en diferentes puntos donde se toman las muestras resulta un promedio de 3.5 m de los datos tomados en campo, así mismo se define como una potencia la cual está de un rango de 1 a 10 m.
- **Inclinación** de la veta de hierro presenta un azimut 175° y un buzamiento promedio de 47° , donde concluyo que es de tipo intermedio por estar dentro del rango de 20° a 55° .

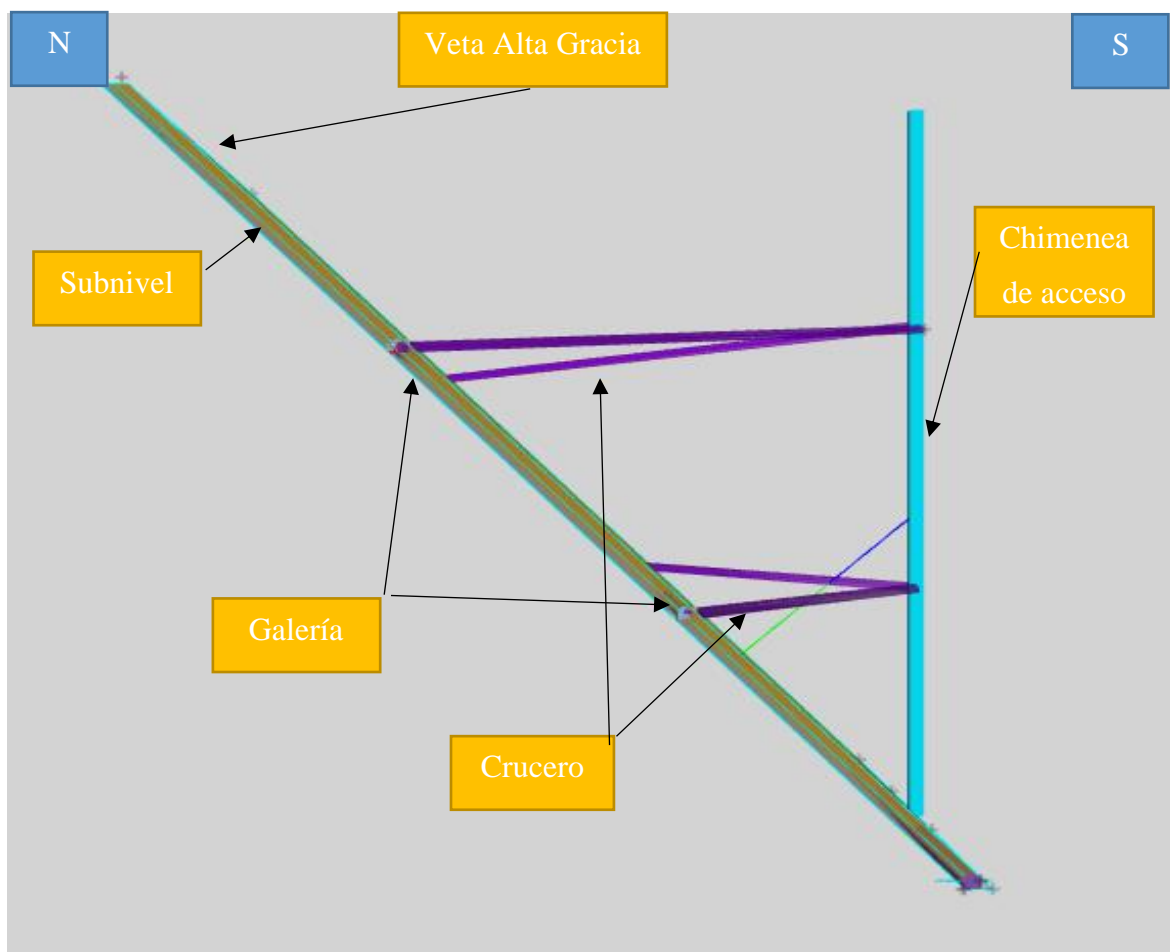


Figura 8: Diseño de labores EW. Donde se detalla cada uno de los accesos de la mina.

- **Distribución de ley**, según las pruebas de laboratorio, se determina una ley regular o uniforme la cual se da a lo largo de la veta alta Gracia.

Tabla 9. Clasificación del método en función de la geometría y distribución de leyes del yacimiento.

Métodos de explotación	Forma del yacimiento			Potencia del mineral				Inclinación			Distribución de leyes		
	M	T	I	E	I	P	MP	T	IT	IN	U	D	E
<i>Cielo abierto</i>	1	2	3	2	1	4	4	3	1	4	1	3	3
<i>Hundimiento de Bloques</i>	4	2	0	-49	0	2	4	3	2	4	4	2	0
<i>Cámaras por subniveles</i>	2	2	1	1	2	4	3	2	1	4	3	3	1
<i>Hundimiento por subniveles</i>	3	4	1	-49	0	4	4	1	1	4	4	2	0
<i>Tajo largo</i>	-49	0	-49	4	0	-49	-49	4	0	-49	4	2	0
<i>Cámaras y pilares</i>	4	4	2	4	2	-49	-49	4	1	0	4	1	1
<i>Cámaras almacén</i>	2	2	1	2	2	4	3	2	1	4	3	2	1
<i>Corte y relleno</i>	0	4	2	4	4	0	0	0	3	4	3	3	3
<i>Fajas ascendentes</i>	3	3	0	-49	0	3	4	4	1	2	4	2	0
<i>Entibacion con marcos</i>	0	2	4	4	4	1	1	2	3	3	3	3	3

M = Masivo

T = Tabular

I = Irregular

E = Estrecho

I = Intermedio

P = Potente

MP = Muy Potente

T = Tumbado

IT = Intermedio

IN = Inclinado

U = Uniforme

D = Diseminado

E = Errático

Fuente: (Llanque, 1999)

3.6.2. Clasificación del método en atendiendo a las características geomecánicas de las rocas

Análisis de la roca techo: Según Aguilar & Cercado (2019), por ensayos de carga puntual se determinó la resistencia de la roca donde concluyeron que la roca es moderadamente dura (R3) con un índice de carga puntual (Is) de 1-2 MPa y una resistencia a la compresión simple (UCS) de 25 a 50 MPa.

Análisis de la roca piso: Según Aguilar & Cercado (2019), determinaron en laboratorio por ensayo de carga puntual, un índice de carga puntual (Is) de 0.58 MPa y carga puntual la resistencia a la compresión simple (UCS) de 5-25 por lo que concluyen que es una roca blanda (R2).

Estructura mineralizada: Según Aguilar & Cercado (2019), determino por ensayo de carga puntual, el promedio de índice de carga puntual (Is) es 2.47 lo que determina una roca moderadamente dura (R3) y con una carga puntual la resistencia a la compresión simple (UCS) de 25-50.

Espaciamiento entre fracturas: en la visita de campo a la veta Alta Gracia se procedio a demarcar la zona 1m² de area, para contabilizar las discontinuidades existentes.

Tabla 10. Número de discontinuidades de las estructuras rocosas.

Estructura	Fracturas/m
Caja Techo	7
Veta Alta Gracia	4
Caja Piso	13



Figura 9: Identificación de discontinuidades caja piso.

Utilizo el flexómetro para medir las discontinuidades presentes en un metro.

Tabla 11. Espaciamiento de fracturas de techo

Espaciamiento	Fracturas/m	RQD (%)
Muy pequeño	>16	0 - 20
Pequeño	10 -16	20 - 40
Grande	3 -6	40 - 70
Muy grande	3	70 - 100

Tabla 12. Espaciamiento de fracturas de Mineral

Espaciamiento	Fracturas/m	RQD (%)
Muy pequeño	>16	0 - 20
Pequeño	10 - 16	20 - 40
Grande	3 - 6	40 - 70
Muy grande	3	70 - 100

Tabla 13. Espaciamiento de fracturas de Piso

Espaciamiento	Fracturas/m	RQD (%)
Muy pequeño	>16	0 - 20
Pequeño	10 - 16	20 - 40
Grande	3 - 6	40 - 70
Muy grande	3	70 - 100

Resistencia a las discontinuidades

Tabla 14. Resistencia de las discontinuidades – caja techo.

Resistencia de las discontinuidades – caja techo	
Pequeña	Discontinuidades limpias con una superficie suave o con material de
Media	Discontinuidades limpias con una superficie rugosa.
Grande	Discontinuidades rellenas con un material de resistencia igual o mayor que roca intacta.

Tabla 15. Resistencia de las discontinuidades – Estructura.

Resistencia de las discontinuidades – Estructura Mineral	
Pequeña	Discontinuidades limpias con una superficie suave o con material de
Media	Discontinuidades limpias con una superficie rugosa.
Grande	Discontinuidades rellenas con un material de resistencia igual o mayor que roca intacta.

Tabla 16. Resistencia de las discontinuidades – caja piso

Resistencia de las discontinuidades – caja piso	
Pequeña	Discontinuidades limpias con una superficie suave o con material de
Media	Discontinuidades limpias con una superficie rugosa.
Grande	Discontinuidades rellenas con un material de resistencia igual o mayor que roca intacta.

En la tabla N°17 señala que la resistencia a la roca es media por lo cual se marca numéricamente, así mismo el espaciamiento entre fracturas es grande y la resistencia a las discontinuidades de pequeña.

Tabla 17. Clasificación numérica para la zona mineral

Zona Mineral

Métodos de explotación	Resistencia de la roca			Espaciamiento entre fractura				Resistencia de las discontinuidades		
	P	M	A	MP	P	G	MG	P	M	G
<i>Cielo abierto</i>	3	1	4	2	3	4	4	2	3	4
<i>Hundimiento de Bloques</i>	4	1	1	4	4	3	0	4	3	0
<i>Cámaras por subniveles</i>	-49	3	4	0	0	1	4	0	2	4
<i>Hundimiento por subniveles</i>	0	3	3	0	2	4	4	0	2	2
<i>Tajo largo</i>	4	1	0	4	4	0	0	4	3	0
<i>Cámaras y pilares</i>	0	3	4	0	1	2	4	0	2	4
<i>Cámaras almacén</i>	1	3	4	0	1	3	4	0	2	4
<i>Corte y relleno</i>	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2
<i>Fajas ascendentes</i>	2	3	3	1	1	2	4	1	2	4
<i>Entibacion con marcos</i>	4	1	1	4	4	2	1	4	3	2

P = Pequeña
M = Media
A = Alta

MP = Muy Pequeño
P = Pequeño
G = Grande
MG = Muy Grande

P = Pequeña
M = Media
G = Grande

Fuente: (Llanque, 1999)

Tabla 18. Clasificación numérica para la zona techo.

Zona de Caja

Métodos de explotación	Resistencia de la roca			Espaciamiento entre fractura				Resistencia de las discontinuidades		
	P	M	A	MP	P	G	MG	P	M	G
<i>Cielo abierto</i>	3	4	4	2	3	4	4	2	3	4
<i>Hundimiento de Bloques</i>	4	2	1	3	4	3	0	4	2	0
<i>Cámaras por subniveles</i>	-49	3	4	-49	0	1	4	0	2	4
<i>Hundimiento por subniveles</i>	3	2	1	3	4	3	1	4	2	0
<i>Tajo largo</i>	4	2	0	4	4	3	0	4	2	0
<i>Cámaras y pilares</i>	0	3	4	0	1	2	4	0	2	4
<i>Cámaras almacén</i>	4	2	1	4	4	3	0	4	2	0
<i>Corte y relleno</i>	3	2	2	3	3	2	2	4	3	2
<i>Fajas ascendentes</i>	4	2	1	3	3	3	0	4	2	0
<i>Entibacion con marcos</i>	3	2	2	3	3	2	2	4	3	2

P = Pequeña
M = Media
A = Alta

MP = Muy Pequeño
P = Pequeño
G = Grande
MG = Muy Grande

P = Pequeña
M = Media
G = Grande

Fuente: (Llanque, 1999)

Tabla 19. Clasificación numérica para la zona mineral

Zona de la caja piso

Métodos de explotación	Resistencia de la roca			Espaciamiento entre fractura			resistencia de las discontinuidades			
	P	M	A	MP	P	G	MG	P	M	G
Cielo abierto	3	4	4	2	3	4	4	2	3	4
Hundimiento de Bloques	2	3	3	1	3	3	3	1	3	3
Cámaras por subniveles	0	2	4	0	0	2	4	0	1	4
Hundimiento por subniveles	0	2	4	0	1	3	4	0	2	4
Tajo largo	2	3	3	1	2	4	3	1	3	3
Cámaras y pilares	0	2	4	0	1	3	3	0	3	3
Cámaras almacén	2	3	3	2	3	3	2	2	2	3
Corte y relleno	4	2	2	4	4	2	2	4	4	2
Fajas ascendentes	4	3	3	1	3	3	3	1	2	3
Entibacion con marcos	4	2	2	4	4	2	2	4	4	2

P = Pequeña

M = Media

A = Alta

MP = Muy Pequeño

P = Pequeño

G = Grande

MG = Muy Grande

P = Pequeña

M = Media

G = Grande

Fuente: (Llanque, 1999)

Tabla 20. Clasificación numérica para método de minado

Clasificación	Valor
Preferido	3 – 4
Probable	1 – 2
Improbable	0
Desechado	-49

Fuente: (Llanque, 1999)

Tabla 21. Clasificación numérica

Métodos de explotación	Puntaje Total
<i>Cielo abierto</i>	33
<i>Hundimiento de Bloques</i>	-15
<i>Cámaras por subniveles</i>	18
<i>Hundimiento por subniveles</i>	-19
<i>Tajo largo</i>	30
<i>Cámaras y pilares</i>	29
<i>Cámaras almacén</i>	31
<i>Corte y relleno</i>	39
<i>Fajas ascendentes</i>	-18
<i>Entibación con marcos</i>	37

Fuente: (Llanque, 1999)

3.6.3 Corte y relleno ascendente.

El método seleccionado es muy utilizado en diferentes minas del Perú, el cual tiene diferentes características tales como la recuperación, tipos de leyes entre las cuales hay altas o bajas, así también la forma en como se utiliza el relleno, la forma de adaptabilidad a otros métodos de minado, recomendaciones técnicas de perforación o ventilación. (Llanque, 1999)

- La recuperación es cercana de 90 % a 95% en mina.

- Es una selectividad muy alta, por ello se puede trabajar con leyes altas y dejar las leyes bajas para yacimiento de vetas angostas.
- El relleno se utiliza del sobrante de baja ley y de la ampliación de la mina.
- Se puede adaptar a yacimientos irregulares.
- El mantenimiento de los accesos es considerablemente fácil.
- Bajos costos en ventilación
- Drenajes de aguas con relleno hidráulico.
- La perforación vertical es con Stoper, horizontal serio jumbo o jackleg.
- Se aceptan rocas débiles porque con el relleno se estabilizan. (Llanque, 1999)

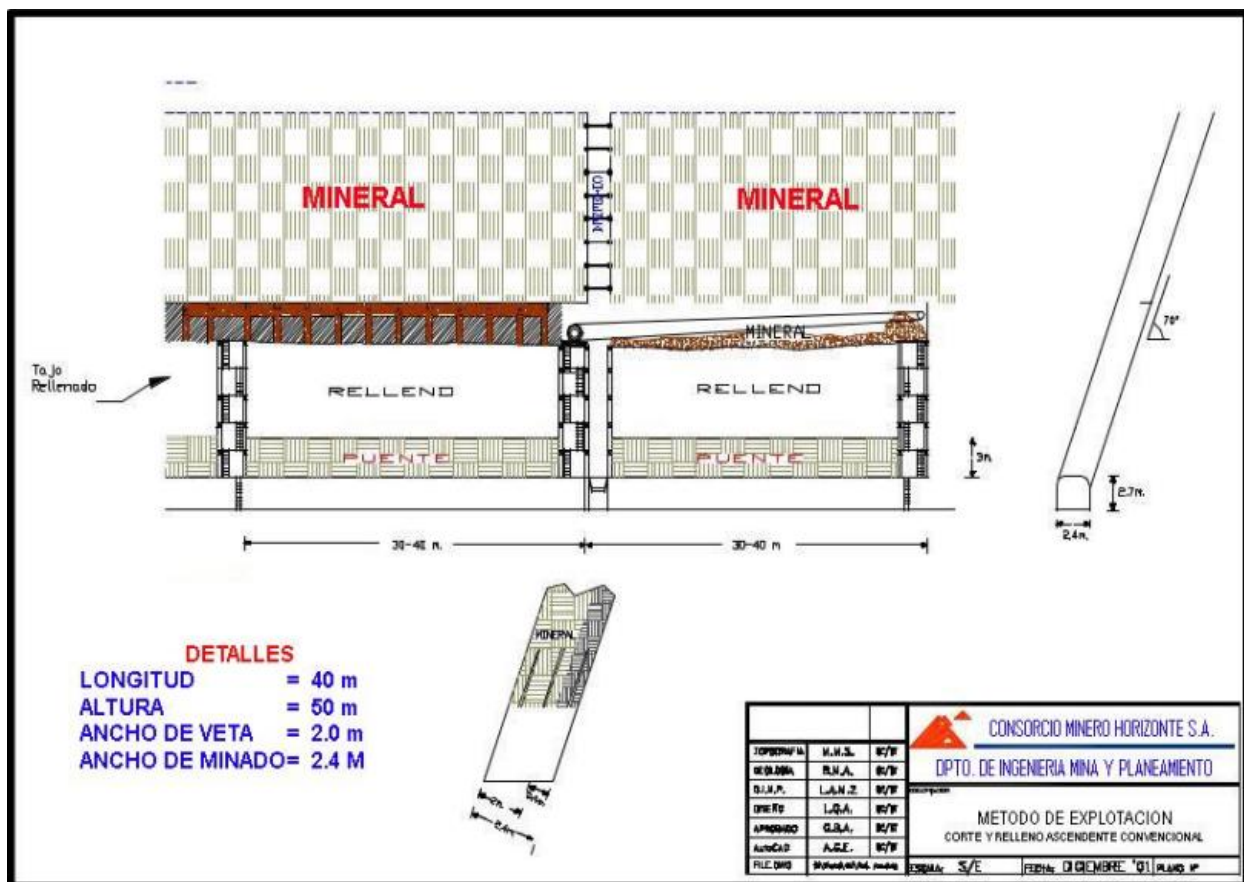


Figura 10: Diseño del método corte y relleno (Quispe 2004)

3.6.4 Descripción del método de minado.

3.6.4.1. Exploración: En esta fase se realizan las labores tanto verticales como horizontales (costadas y chimeneas) cuyo objetivo es llegar a las proyecciones planificadas para para ello se utilizará perforaciones diamantinas y profundizar.

3.6.4.2. Desarrollo: Luego de las cortadas llegan a su objetivo vetas, se realizan labores horizontales o verticales, lugar que da paso al muestreo para su respectivo análisis, la cual permite ubicar más reservas.

3.6.4.3. Preparación: Es la etapa que se realiza en paralelo al desarrollo, para poder planificar la operación de la misma, en esta fase se determinan los blocks de mineral para explotar en la siguiente fase.

3.6.4.4. Explotación: Es la fase final para donde se extrae el mineral. Después de haber sido fragmentado, el procedimiento es transportarlo en vagones y luego a chancha de mineral.

a. Perforación. El diseño de la malla de perforación esta basado en la sección de la mina.

$$N^{\circ}t = (P/dt) + (C*S)$$

Figura 11: Formula de número de taladros (Llanque, 1999)

P = perímetro de la sección en m

dt = Distancia entre taladros

C = Coeficiente de la roca

S = sección en m

$$N^{\circ} t = (4.5/ 0.5) + (2*5)$$

$$N^{\circ}t = 19 \quad \text{taladros}$$

Total de metros perforación = Número de taladros * Longitud de barrenos

$$TP = 19 * 1.8 = 34.3 \text{ m perforados x guardia.}$$

TP = Taladros perforados

PA = % de avance

LB = Longitud de barrenos

N°G = Número de guardias

N°F = Número de frentes

LA = Longitud de avance

$$\text{Longitud de avance} = (30 * LB * PA / 100) * N^{\circ}G * N^{\circ}F$$

$$LA = 291.6 \text{ m}$$

3.6.4.5. Ventilación. Es el arte de oxigenar las labores de forma natural o artificial por medio de ventiladores y extraer o disipar los gases en mina.

3.6.4.6. Desquinche. Procedimiento que se lleva a cabo en los socavones de la mina para quitar las rocas con probabilidad de caída las cuales general riesgo en la operación.

3.6.4.7. Carguío. Se entiende a la recogida de material fragmentado del suelo hacia el carrito minero, lo lleva a cabo los peones o maquinaria como es el Scooptran en este caso será locomotora.

3.6.4.8. Acarreo. Consiste en transportar el mineral del frente de trabajo hacia la planta concentradora o al exterior mina, esta actividad está realizada por los carritos mineros o maquinaria de bajo perfil.

3.6.4.9. Producción. Cantidad de mineral extraída de la operación la cual es necesaria para cubrir los costos y ganancias del proyecto, la cual está prevista en base a la cantidad de frentes por guardia y el tonelaje diario. Tn/día.

$$Tn/día = N^{\circ}f * N^{\circ}g * Tn$$

$$Tn/día = 3 * 2 * 42.52$$

$$Tn/día = 254.7$$

Longitud de barreno: tiene una medida comercial que es de 1.8 m, la misma que se utilizara en esta tesis.

Perímetro de la sección: Es el contorno de toda la sección que se encuentra en la galería.

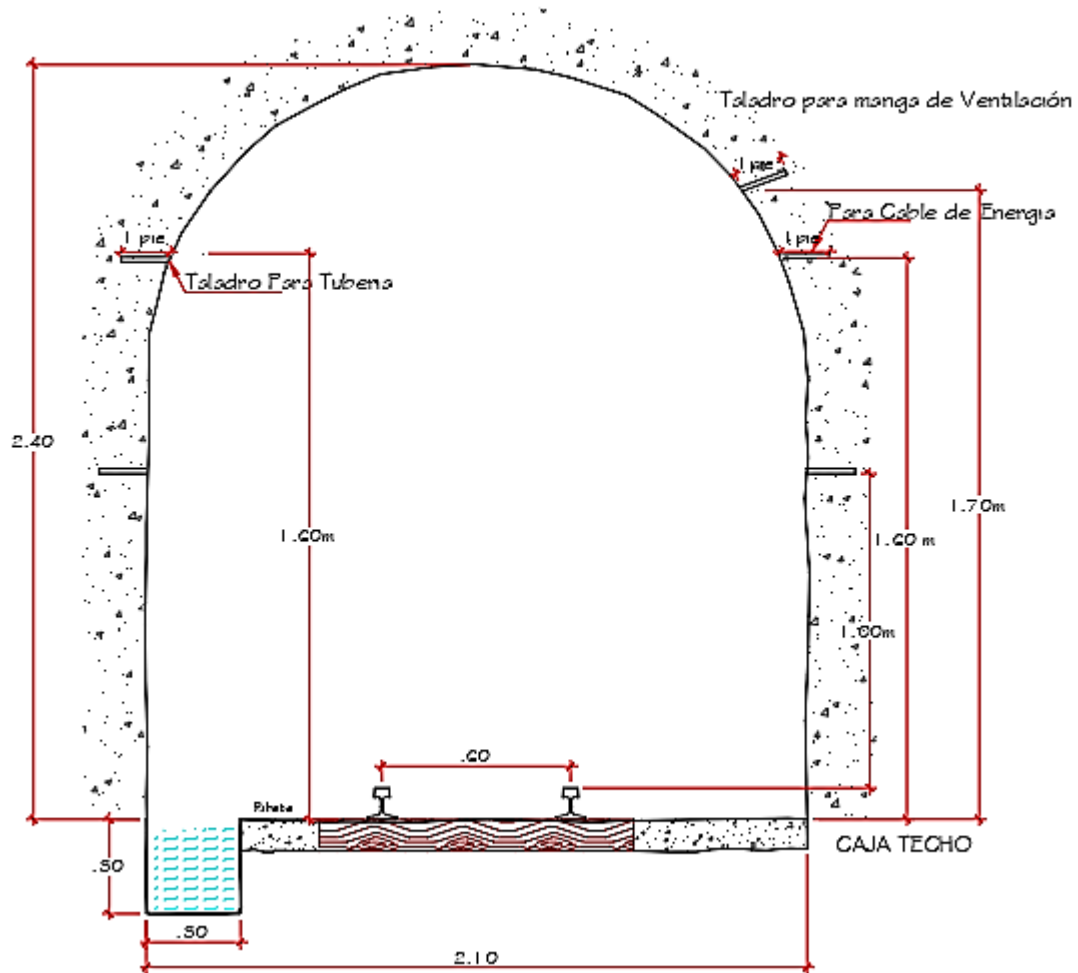


Figura 12: Diseño de galería de mina.

Esta propuesta lo realizo en base a la maquinaria estimada para la producción y los costos de CAPEX que se ha contemplado.

La tabla N° 22 , nos presenta los datos claves resultantes del diseño de la mina el mismo que patio de la veta, así mismo

Tabla 22. Datos de la Sección de la Galería

Resumen		
Concepto	Cantidad	Unidad de medida
LONGITUD DE BARRENO	1.8	m
PERIMETRO DE LA SECCIÓN	4.5	m
AREA DE SECCIÓN	5.0	m ²
NÚMERO DE PERFORACIONES	19	Perforaciones
ALTO GALERÍA	2.4	m
ANCHO GALERÍA	2.1	m
PESO VOLUMÉTRICO	5.2	Tn/m ³
PERFORACIÓN TOTAL	34.3	m
PORCENTAJE DE AVANCE	90.0	%
VOLUMEN DE ROCA	8.2	m ³
LONGITUD DE AVANCE MENSUAL	291.6	ml/mes
TONELAJE	42.5	Tn
# DE FRENTES	3.0	Frentes
GUARDIAS	2.0	GUARDIA
TONELAJE DIARIO	254.7	Toneladas
DIAS TRABAJADOS AL MES	30.0	Mes
TONELAJE POR MES ESTERIL	1232.6	Mes
TONELAJE POR MES AL 52 %	7642.3	Tn/mes
TONELAJE POR MES AL 62%	6410	Tn/mes
RECUPERACIÓN	95	%
TONELAJE POR MES	6089	Tn/mes

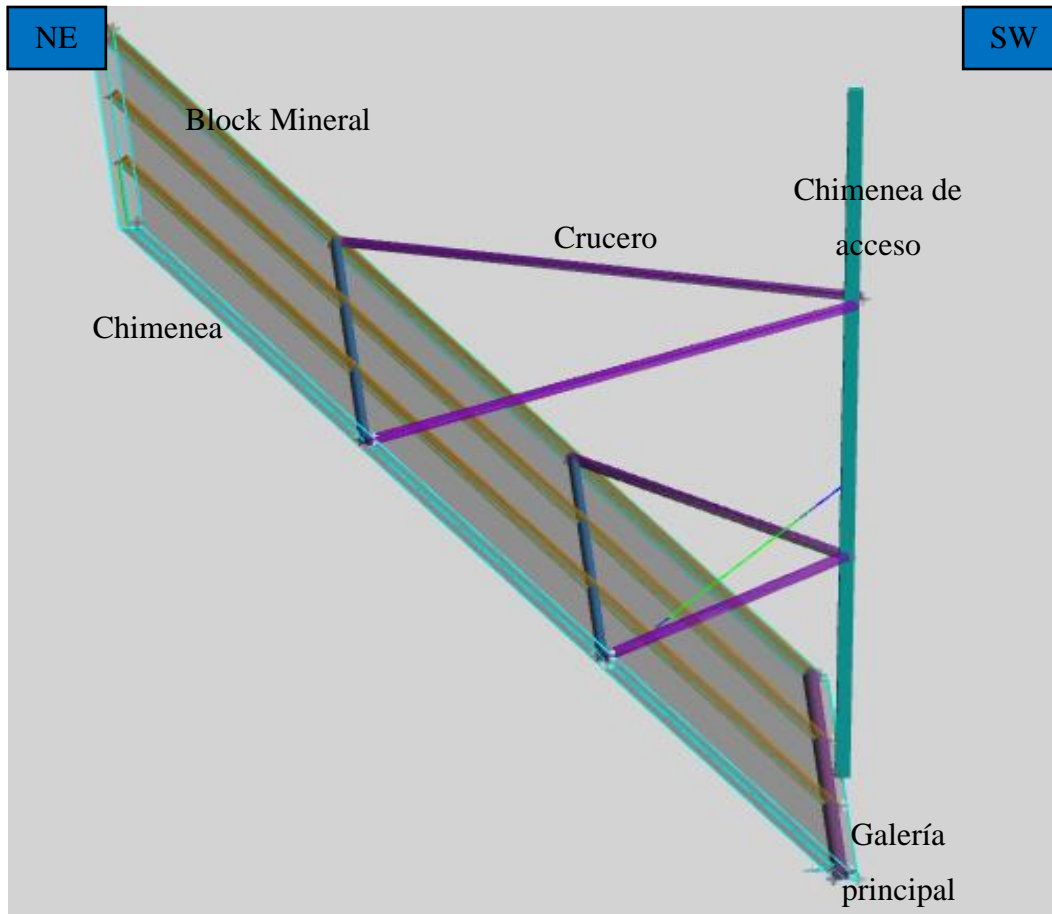


Figura 13: Diseño de desarrollo mina vista SE - NW

3.6.5. Reservas probadas y probables de la estructura de Hierro

En las reservas probadas de la veta Alta Gracia consideran un estimado de 470 m de profundidad de la veta, según (Aguilar, 2019). Donde determinan que la longitud de veta es de 150 m, como profundidad será 300 m para cubicar el cuerpo mineral, una potencia promedio de 3.5m y una ley de mineral en cancha de 58 % de hierro tipo magnetita.

Tabla 23. Estimación de Reservas Minerales

Estimación de Reservas Minerales - Veta Alta Gracia			
Clasificación	Cantidad (Tn)	Potencia	Ley Estimada
			Fe %/Tn
Probadas	409,500	3.5	58
Probables	1,225,350	3.5	60
Total de Reservas	1,634,850.00	3.5	59

Fuente: Proyecto Minero Alta Gracia

3.6.6. Valorización económica

Tabla 24. Estimación de Reservas Minerales

Estimación de Reservas Minerales - Veta Alta Gracia			
Clasificación	Cantidad (Tn)	Potencia (m)	Ley Estimada
			Fe %/Tn
Reservas	342570	3.5	62

Fuente: Proyecto Minero Alta Gracia

A. Cálculo de la cantidad de Hierro

409500 Tn -----→ 52% Ley de cabeza

X -----→ 62% Ley Requerida

$$X = 343451.5 \text{ Tn al } 62\%$$

$$\text{Recuperación de planta magnética } 95\% = 343451.5 \text{ Tn} \times 0.95 = 326279 \text{ Tn}$$

Precio del mineral FOB en Mina

Precio = 30 \$/Tn

Valor económico bruto del yacimiento = 225306.29 Tn x 30 \$/Tn = **\$ 9, 788, 370.9**

Este valor será el ingreso total al cual se le restará los costos y gastos de la empresa minera.

$$B = I - C$$

B = Beneficio

I = Ingresos

C = Costos

La grafica 01 nos muestra la variación del precio del hierro a lo largo de los años desde el 2016 hasta el 2021, mineral que se cotiza en la bolsa de valores de Nueva York - Estados Unidos y en la bolsa de Shanghái – China



Grafica 1: Valor del mineral de hierro 2018 – 2021 Fuente: Investing.com



Grafica 2: Valor histórico del mineral de hierro 2011 – 2021 Fuente: Investing.com

La valorización del mineral de hierro se realiza en base al precio internacional del mercado, cuando es contrato directo CIF (Cost, Insurance and Freight) con la empresa china, pero si se realiza la valorización en FOB sería mucho menor.

A. Cálculo del precio del Hierro al 2022.

El precio del hierro varía dependiendo a la oferta y la demanda, por pandemia se imposibilitó el envío de mineral de magnetita para su transformación a hierro por lo que se subió el precio hasta 220 dólares la tonelada.

La tabla 25 que presento es un cálculo por mínimos cuadrados para predecir el posible precio del hierro en el próximo año.

Tabla 25. Pronósticos del precio

Pronósticos del precio
Método Mínimos cuadrados

$$y = a + b * X$$

$$N = 8$$

Año	Precios	X	x2	X.Y	Pronósticos
2014	73	-7	49	-511	35
2015	56	-5	25	-280	52
2016	59	-3	9	-177	70
2017	71	-1	1	-71	87
2018	73	1	1	73	105
2019	93	3	9	279	122
2020	124	5	25	620	140
2021	220	7	49	1540	158
2022		9			175
Sumatoria:	769	9	168	1,473	

$$a = \frac{\sum y}{N} = 96.1$$

$$b = \frac{\sum xy}{\sum x^2} = 8.77$$

El valor del mineral está calculado para el próximo año en 175 dólares la tonelada de Hierro al 62% precio CIF (Cost, Insurance and Freight)

3.6.7. Ley de Corte (Cutt-Off)

Es la relación de mineral con la roca sin valor, la misma que hace a la empresa mantenerse en operación cubriendo sus costos fijos y variables, lo definimos por la siguiente formula general. (Sosa, 2018)

$$\text{Cutt - off} = \text{Pr} / \text{CT} \times \text{F} \times \text{R} \times \text{Ctz}$$

Donde:

CT : costo total (\$) = costos operativos + costos sociales + costos ambientales

Pr : Producción (tn / mes)

F : Factor de Liquidés

R : recuperación Metalúrgica planta y refinería

Ctz : cotización (\$/Tn Fe)

$$F = VN/VB = \$ 544,181.82 / \$ 1,607,535.55 = 0.339$$

Donde:

VN: Valor neto (\$)

VB: Valor bruto (\$)

Se calculan el cutt-off en función a los costos y cotización proyectados para la Veta Alta Gracia en función al Hierro.

$$\text{Cutt - off} = 6089 \text{ tn} / \$ 83612.81 * 0.339 * 0.62 * 22 \$ / \text{tn}$$

$$\text{Cutt - off} = 33.67 \%$$

La mencionada ley de corte será la mínima explotable en la operación Alta Gracia.

En la tabla 26 se realiza la toma de datos del cuerpo mineral para su respectivo planeamiento de extracción, y se propone una producción estimada.

Tabla 26. Datos del cuerpo mineral

Concepto	Cantidad	Unidad de medida
Largo o Profundidad	150	m
Ancho	150	m
Espesor	3.5	m
Densidad de mineral	5.2	Tn/m3
Toneladas de mineral	409500	Tn
Volumen de mineral	78750	m3
Vida útil de la mina	4.5	Años
Ley del mineral	58	%
Porcentaje de Dilución	10	%
Ley Diluida	52	%

3.7. Costo de Minado

La estructura de costos de minado en minería es muy variada y presenta cierta complejidad ya que los procesos productivos se complican por la diversidad de operaciones, los costos de minado se han considerado detallando el tipo de costo de cada una de las áreas del proyecto minero Alta Gracia.

3.7.1. Costo de minado

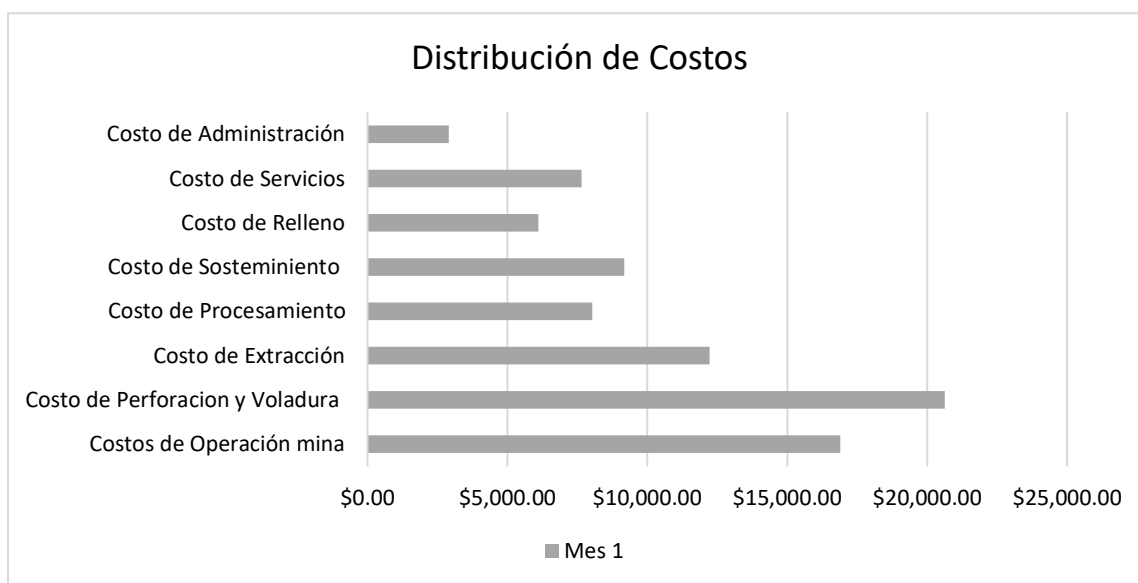
En las siguientes tablas se redacta y detalla los costos unitarios y operativos de minado inversión en el margen de la operación Alta Gracia los costos indirectos y directos, presentados corresponden al método de corte y relleno ascendente.

En la siguiente tabla N°27 se detalla los costos directos unitarios los cuales tiene por unidad de medida \$/Tn mes, el mismo que está basado es dólares por mes.

Tabla 27. Costos Directos unitarios

Costos Fijos				\$83,612.81
Concepto	U. Medida	Cantidad	Costo U. \$	Mes 1
Costos de Operación mina	\$/Tn mes	7,642	\$2.21	\$16,900.00
<i>Costo de Perforación y Voladura</i>	\$/Tn mes	7,642	\$2.70	\$20,634.08
<i>Costo de Extracción</i>	\$/Tn mes	7,642	\$1.60	\$12,227.60
<i>Costo de Procesamiento</i>	\$/Tn mes	7,642	\$1.05	\$8,024.37
<i>Costo de Sostenimiento</i>	\$/Tn mes	7,642	\$1.20	\$9,170.70
<i>Costo de Relleno</i>	\$/Tn mes	7,642	\$0.80	\$6,113.80
<i>Costo de Servicios</i>	\$/Tn mes	7,642	\$1.00	\$7,642.25
<i>Costo de Administración</i>	\$/Tn mes	7,642	\$0.38	\$2,900.00

La grafica N°3 representa la distribución de costo por tipo de área, así también es importante tener en consideración para mas adelante cuando la mina opere se pueda hacer una optimización y reducir costos.



Gráfica 3: Distribución de Costos.

Se detalla los gastos mensuales por tipo de área en la mina, el cual servirá para investigaciones futuras, en la optimización de costos.

3.7.2. Detalle de costo por tipo de gasto

En el siguiente detalle se consideran cada uno de los costos unitarios por máquinas personal insumos y procesos de más que sirvan para agregar valor al proceso de minado de la mina. En la siguiente tabla N° 28 se detalla.

Tabla 28. Detalle de costo por tipo de gasto

Costos Fijos		\$83,612.81	\$83,612.81
Concepto	Costo U. \$	Mes 1	Mes 2
Costos de Operación mina	\$2.21	\$16,900.00	\$16,900.00
Obreros	\$250.00	\$4,000.00	\$4,000.00
Capatas	\$500.00	\$2,000.00	\$2,000.00
Carreteros	\$450.00	\$1,800.00	\$1,800.00
Perforista	\$450.00	\$3,600.00	\$3,600.00
Ingeniero de Minas	\$750.00	\$3,000.00	\$3,000.00
Ingeniero de mantenimiento	\$750.00	\$750.00	\$750.00

Tabla 28. Detalle de costo por tipo de gasto

Concepto	Costo U. \$	Mes 1	Mes 2
Laboratorista	\$375.00	\$750.00	\$750.00
Ingeniero Geólogo	\$500.00	\$1,000.00	\$1,000.00
<i>Costo de Perforación y Voladura</i>	\$2.70	\$20,634.08	\$20,634.08
Nitrato de Amonio	\$0.50	\$3,821.13	\$3,821.13
Penta Cord	\$0.20	\$1,528.45	\$1,528.45
Carmex	\$0.10	\$764.23	\$764.23
Fulminantes	\$0.50	\$3,821.13	\$3,821.13
mecha rápida	\$0.50	\$3,821.13	\$3,821.13
Combustible	\$0.10	\$764.23	\$764.23
Brocas y Barrenos	\$0.80	\$6,113.80	\$6,113.80
<i>Costo de Extracción</i>	\$1.60	\$12,227.60	\$12,227.60
Carguío y acarreo	\$1.00	\$7,642.25	\$7,642.25
Desquinche	\$0.10	\$764.23	\$764.23
ventilación	\$0.50	\$3,821.13	\$3,821.13
<i>Costo de Procesamiento</i>	\$1.05	\$8,024.37	\$8,024.37
Reactivos	\$0.20	\$1,528.45	\$1,528.45
Mantenimiento	\$0.50	\$3,821.13	\$3,821.13
Personal	\$0.35	\$2,674.79	\$2,674.79
<i>Costo de Sosténimiento</i>	\$1.20	\$9,170.70	\$9,170.70
Pernos	\$0.90	\$6,878.03	\$6,878.03
Madera	\$0.30	\$2,292.68	\$2,292.68
<i>Costo de Relleno</i>	\$0.80	\$6,113.80	\$6,113.80
insumos	\$0.50	\$3,821.13	\$3,821.13
Bombeo	\$0.30	\$2,292.68	\$2,292.68
<i>Costo de Servicios</i>	\$1.00	\$7,642.25	\$7,642.25
Comida	\$0.50	\$3,821.13	\$3,821.13
Servicios	\$0.50	\$3,821.13	\$3,821.13
<i>Costo de Administración</i>	\$0.38	\$2,900.00	\$2,900.00
Gerencia General	\$1,500.00	\$1,500.00	\$1,500.00
Administración	\$450.00	\$450.00	\$450.00
Asistente de Recursos humanos	\$450.00	\$450.00	\$450.00
Contabilidad	\$250.00	\$250.00	\$250.00
Area legal	\$250.00	\$250.00	\$250.00

3.8. Inversión

3.8.1. Inversión inicial

El costo de inversión o costo de capital o CAPEX son los costos de inversión necesarios para la adquisición de los activos en la producción del proyecto minero estos tienen dos componentes del capital fijo y el capital circulante.

En la siguiente tabla N° 29 se detalla el tipo de aporte que se realizará para el proyecto en máquinas este proyecto es minería subterránea y pequeña minería el cual necesita pocas máquinas para agregar valor.

Tabla 29. Inversión inicial

Requerimientos	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario en Dolares	Total(S/)	Aporte
					Valorizado
Equipamiento de Oficina Administrativa				235,000.00	235,000.00
Construcción de Campamento	glb	1	70,000.00	70,000.00	70,000.00
Construcción de laboratorios	glb	1	15,000.00	15,000.00	15,000.00
Construcción e implementación de Planta Magnetica	glb	1	150,000.00	150,000.00	150,000.00
Vehículos				480,000.00	480,000.00
Camioneta Hilux	Gbl	1	30,000.00	30,000.00	30,000.00
Camiones	Gbl	2	195,000.00	390,000.00	390,000.00
Locomotoras	Gbl	2	30,000.00	60,000.00	60,000.00
Maquinaria				185,000.00	185,000.00
Compresora	Gbl	3	18,000.00	54,000.00	54,000.00
Perforadora	Gbl	8	5,000.00	40,000.00	40,000.00
Pulmón de Mina	Gbl	4	1,000.00	4,000.00	4,000.00

Tabla 29. Inversión inicial

Requerimientos	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario en Dolares	Total(S/)	Aporte Valorizado
vagones U-35	Gbl	15	1,000.00	15,000.00	15,000.00
Barrenos	Unidad	50	400.00	20,000.00	20,000.00
EPP	Unidad	50	1,000.00	50,000.00	50,000.00
Brocas	Unidad	50	40.00	2,000.00	2,000.00
Maquinaria				222,000.00	222,000.00
Preparación	m	400	280.00	112,000.00	112,000.00
Exploración	m	300	100.00	30,000.00	30,000.00
Desarrollo	m	400	200.00	80,000.00	80,000.00
Total				1,122,000.00	1,122,000.00

3.8.2. Financiamiento

El financiamiento es totalmente por los socios del proyecto por ello se hace una evaluación económica, porque no se sacará préstamo bancario ni por minerales. En caso más adelante se tome la decisión de buscar financiamiento tendrá que ser con dinero de los inversionistas.

Los cuales no busquen intereses. Así mismo si en algún momento la empresa minera deseara conseguir financiamiento se tendría que realizar una evaluación financiera donde se contempla en la caja de flujo el interés de la entidad bancaria.

3.9. Estados de resultados

El estado de resultados sirve para ver los egresos e ingresos de todo proyecto en este caso minero así nos daremos cuenta si el flujo de caja positivo o negativo en la tabla N° 30 se denota.

Tabla 30. Estado de Resultados del mes 1 al 6

Rubro	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
	\$	\$	\$	\$	\$	\$
Ventas netas de Mineral	133,961	133,961	133,961	133,961	133,961	133,961
Total de ingresos de actividades ordinarias	\$ 133,961	\$ 133,961	\$ 133,961	\$ 133,961	\$ 133,961	\$ 133,961
	\$	\$	\$	\$	\$	\$
Costo de Ventas	-	-	-	-	-	-
Utilidad bruta	\$ 133,961	\$ 133,961	\$ 133,961	\$ 133,961	\$ 133,961	\$ 133,961
	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Gastos Generales	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costos Fijos	83,612.8	83,612.8	83,612.8	83,612.8	83,612.8	83,612.8
Ganancia (Pérdida)						
Otros ingresos operativos (*)						
Otros gastos operativos						
Utilidad operativa	\$ 45,348.5	\$ 45,348.5	\$ 45,348.5	\$ 45,348.5	\$ 45,348.5	\$ 45,348.5
Utilidad antes de impuesto a las ganancias	\$ 45,348.5	\$ 45,348.5	\$ 45,348.5	\$ 45,348.5	\$ 45,348.5	\$ 45,348.5
Utilidad neta del ejercicio	\$ 45,348.5	\$ 45,348.5	\$ 45,348.5	\$ 45,348.5	\$ 45,348.5	\$ 45,348.5

Tabla 31. Estado de Resultados del mes 7 al 12

Rubro	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
	\$	\$	\$	\$	\$	\$
Ventas netas de Mineral	133,961	133,961	133,961	133,961	133,961	133,961
Total de ingresos de actividades ordinarias	\$ 133,961	\$ 133,961	\$ 133,961	\$ 133,961	\$ 133,961	\$ 133,961
	\$			\$	\$	
Costo de Ventas	-	\$ -	\$ -	-	-	\$ -
Utilidad bruta	\$ 133,961	\$ 133,961	\$ 133,961	\$ 133,961	\$ 133,961	\$ 133,961
Gastos Generales	\$ -5,000	\$ - 5000	\$ -5,000	\$ -5,000	\$ -5,000	\$ -5,000
	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costos Fijos	83,612.8	83,612.8	83,612.8	83,612.8	83,612.8	83,612.8
Ganancia (Pérdida)						
Otros ingresos operativos (*)						
Otros gastos operativos						
Utilidad operativa	\$ 45,348.5	\$ 45,348.5	\$ 45,348.5	\$ 45,348.5	\$ 45,348.5	\$ 45,348.5
Utilidad antes de impuesto a las ganancias	\$ 45,348.5	\$ 45,348.5	\$ 45,348.5	\$ 45,348.5	\$ 45,348.5	\$ 45,348.5
Utilidad neta del ejercicio	\$ 45,348.5	\$ 45,348.5	\$ 45,348.5	\$ 45,348.5	\$ 45,348.5	\$ 45,348.5

En el estado de resultados he considerado no poner costo de venta porque el mineral será recogido en planta, así mismo no se ha considerado impuesto a la renta porque el proyecto está dentro de la producción de pequeña minería, la misma que no paga esos costos.

3.9.1. Cálculo de flujo económico

La presente caja de flujo denota los factores que aportan valor a la operación tales como la producción neta, la misma que está supeditada a que se cumpla con el Cutt – Off. Sin embargo, la inversión en activos es relativamente alta de más de un millón de dólares.

Tabla 32. Flujo económico

Rubro	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Entradas						
Produccion (Tn)		76718	76718	76718	76718	38359
Recuperación Planta (%)		95	95	95	95	95
Produccion Neta (Tn)		72882	72882	72882	72882	36441
(+) Ingresos por ventas		\$ 1,607,535.55	\$ 1,607,535.55	\$ 1,607,535.55	\$ 1,607,535.55	\$ 803,767.78
Salidas		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(-) Costos y gastos operativos		\$ -1,063,353.73	\$ -1,063,353.73	\$ -1,063,353.73	\$ -1,063,353.73	\$ -531,676.87
(-) Impuesto a la Renta		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(-) Inversión en activos	\$ -1,122,000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Entradas - Salidas	-\$1,122,000.00	\$ 544,181.82	\$ 544,181.82	\$ 544,181.82	\$ 544,181.82	\$ 272,090.91
(+) Saldo inicial de caja		\$ -1,122,000.00	\$ -577,818.18	\$ -577,818.18	\$ -33,636.36	\$ 510,545.46
Saldo Final de Caja	-\$1,122,000.00	\$ -577,818.18	\$ -33,636.36	\$ -33,636.36	\$ 510,545.46	\$ 782,636.37

3.9.2. Indicadores de evaluación Económica VAN, TIR, PRI.

Tabla 33. Indicadores de evaluación Económica VAN, TIR, PRI

Entradas - Salidas	-\$1,122,000.00	\$ 544,181.82	\$ 544,181.82	\$ 544,181.82	\$ 544,181.82	\$ 272,090.91
(+) Saldo inicial de caja		\$ -1,122,000.00	\$ -577,818.18	\$ -577,818.18	\$ -33,636.36	\$ 510,545.46
Saldo Final de Caja	-\$1,122,000.00	\$ -577,818.18	\$ -33,636.36	\$ -33,636.36	\$ 510,545.46	\$ 782,636.37

VANE	\$ 604,904.76	Dólares
TIRE	36%	Porcentaje
PIR	25	Meses

Tasa COK*	14%
------------------	------------

**CAPÍTULO IV:
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

4.1. Resultados de la investigación

4.1.1. Análisis de la evaluación técnica

En la evaluación técnica se ha determinado que el método de explotación es corte y relleno ascendente, así también se ha determinado dos guardias y tres frentes de trabajo lo que da 7642 toneladas del 52% de hierro y al 62% Qué es el hierro que se puede comercializar de 6410 así también tenemos una recuperación del 95% por lo que se obtiene un tonelaje de producción de 6089 tn.

Tabla 34. Resultado de método de minado

Métodos de explotación	Puntaje Total
<i>Cielo abierto</i>	33
<i>Hundimiento de Bloques</i>	-15
<i>Cámaras por subniveles</i>	18
<i>Hundimiento por subniveles</i>	-19
<i>Tajo largo</i>	30
<i>Cámaras y pilares</i>	29
<i>Cámaras almacén</i>	31
<i>Corte y relleno</i>	39
<i>Fajas ascendentes</i>	-18
<i>Entibación con marcos</i>	37

Tabla 35. Resultado de producción mensual

Datos de la Sección de la Galería y Perforación del Frente		
Concepto	Cantidad	Unidad de medida
LONGITUD DE BARRENO	1.8	m
PERIMETRO DE LA SECCIÓN	4.5	m
AREA DE SECCIÓN	5.0	m ²
NÚMERO DE PERFORACIONES	19.1	Perforaciones
ANCHO GALERÍA	2.4	m
ALTO GALERÍA	2.1	m
PESO VOLUMÉTRICO	5.2	Tn/m ³
TOTAL PERFORACIÓN	34.3	m
PORCENTAJE DE AVANCE	90.0	%
VOLUMEN DE ROCA	8.2	m ³
LONGITUD DE AVANCE MENSUAL	291.6	ml/mes
TONELAJE	42.5	Tn
# DE FRENTES	3.0	Frentes
GUARDIAS	2.0	GUARDIA
TONELAJE DIARIO	254.7	Toneladas
DÍAS TRABAJADOS AL MES	30.0	Mes
TONELAJE POR MES ESTERIL	1232.6	Mes
TONELAJE POR MES AL 52 %	7642.3	Tn/mes
TONELAJE POR MES AL 62%	6410	Tn/mes
RECUPERACIÓN	95	%
TONELAJE POR MES	6089	Tn/mes

4.1.2. Análisis de los índices económicos

Tabla 36. Resultado de índices económicos

VANE	\$	604,904.76	Dólares
TIRE		36%	Porcentaje
PIR		25	Meses

A. Análisis del valor actual neto económico (VANE).

El valor actual neto se ha llevado a cabo con un análisis económico y no financiero porque va a ser financiada por los propios socios de la mina y no por un banco lo cual nos lleva a no ponerle tasa de interés financiera, para que el proyecto sea factible económicamente tiene que su ingreso ser mayor a su inversión por ello los **604,904.76 dólares** recaudados en la vida útil del proyecto minero hacen del mismo ser muy atractivo para los socios.

B. Análisis de la tasa interna de retorno (TIR).

Para poder analizar el porcentaje de retorno es necesario saber la tasa del costo de oportunidad que en mina es alto y está en 14 % según el BCRP así mismo la tasa del proyecto esta en **36%** lo que nos da un porcentaje de confiabilidad en caso suba la inflación.

C. Análisis del periodo interno de recuperación (PIR).

El tiempo de retorno nos es muy importante también porque nos hace entender en cuanto tiempo podremos recuperar nuestra inversión en este caso de investigación es de **25 meses** un tiempo prudente en todo proyecto minero.

D. Análisis del precio del mineral de venta.

El precio del mineral lo determina el mercado internacional donde el valor del mineral del hierro a precio CIF se encontró en sus máximos históricos por la pandemia como se puede apreciar en la gráfica N°2 llegando hasta los 200 dólares por tonelada y el precio FOB de exportación estuvo en 182 dólares por tonelada según el banco central de reserva del Perú (BCRP), así mismo después de estimar costos de transporte y venta, determine vender el mineral en bocamina porque la mayoría de empresas de exportación tienen la logística para transportar. Por lo que 22 dólares por tonelada es el costo de operación de mina incluida la inversión.

4.2. Contrastación de la hipótesis

En la presente investigación podemos constatar que la evaluación de la veta Alta Gracia es rentable y sus índices económicos son favorables y el cambio de método de explotación de superficial a subterráneo es factible técnicamente por lo cual **se afirma la hipótesis planteada**, en la evaluación técnica es posible cumplir con la producción porque se proyecta a pequeña minería. Los índices económicos mencionados sirven para dar valor a cada proyecto que se quiere llevar a cabo y poder tener un horizonte más seguro de inversión el cual va a tener como resultado ganancias a largo plazo en este caso de la mina en 4 años y medio.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

En la evaluación técnica se determinó realizar la explotación con un método ya conocido en el Perú el cual es corte y relleno ascendente, asimismo la producción de 6089 toneladas cumple con todos los requerimientos de consumo diario de la planta, la misma que prolonga a 4.5 años de vida útil en esa etapa del proyecto del nivel 200-350.

El valor actual neto da como resultado \$ 604,904.76, la misma que es una ganancia importante para los dueños de la mina, la tasa interna de retorno nos da 36% de rentabilidad por lo tanto la inflación generalizada en el Perú afectara ínfimamente a la rentabilidad del proyecto y el período de retorno de la inversión son 25 meses daría tranquilidad para su rápida recuperación de lo invertido en el proyecto.

El valor del mineral de 22 dólares por tonelada se calcula con los costos fijos de la operación y el valor del mineral en el mercado internacional que se observa en la gráfica N° 2, la misma que se calcula a un precio FOB esto significa libre del costo del barco a china.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda a los empresarios peruanos implementar industrias siderúrgicas en el Perú para no depender de países extranjeros los cuales nos cobran el costo de flete en el barco y el transporte al puerto.

Se recomienda a la empresa Alta Gracia que en la fase de ejecución del proyecto minero busque la optimización de costos y el mejoramiento de la producción porque entre más producción exista el valor actual neto va a ser más alto.

Se recomienda al gerente general realizar la explotación del mineral lo más pronto posible porque sus precios están altos en el mercado lo cual lleva una mejor rentabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, D., & Cercado, I. ((2019). Determinación del método de explotación subterránea en la concesión minera Alta Gracia. Yonan.
- Arteaga Rodriguez, R., & Lopez Jimeno, C. (1991). Manual tecnico-economica de proyectos mineos de inversión. Madrid, España: Instituto Tecnologico Geominero de España.
- Berk, J., DeMarzo, P., & Hardford, J. (2010). Fundamentos de finanzas corporativas . Madrid : Pearson educación.
- Darling, P. (2011). Mining engineering. Estados unidos: Society for mining metalurgy and explorati3n .
- Hustrulid, W., Kuchta, M., & Martin, R. (2013). Open pit mine planning and desing. USA: Taylor & Francis Group, llc.
- JORC. (2012). El codigo JORC. Australia.
- Lagos, A y Quispe, Z. (2007). Aportes al análisis de Cuencas Sedimentarias en los Alrededores de las localidades de los Baños del Inca, Cruz Blanca, Otuzco, Distrito de Cajamarca.
- Llanque. (1999). Explotaci3n Subterranea Metodos y casos Practicos. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Lozano, M. V. (2013). Estudio de factibilidad para la creaci3n de una planta de producci3n de cal viva e hidratada en la parroquia de San Juan. Ecuador .
- Reyes, W. (1986). Sistema computarizado para evaluaci3n econ3mica de minas en Hierro Perú. Lima, Lima.
- Salomon, L., Ortiz, A., & D'Armas , M. (2018). Análisis Estructural de la Minería de Hierro. Venezuela.
- Sapag, N., & Sapag, R. (2008). Preparacion y evaluacion de proyectos. Colombia: McGram-Hill.
- Sosa, A. (2018). Evaluaci3n tecnico y economico para la explotaci3n la veta amarilla - sociedad minera Yanapaccha. La mar.
- Lagos, A y Quispe, Z. (2007). Aportes al análisis de Cuencas Sedimentarias en los Alrededores de las localidades de los Baños del Inca, Cruz Blanca, Otuzco, Distrito de Cajamarca.

ANEXOS

1. Características de la perforadora.
2. Ensayo de carga puntual.
3. Malla de perforación de frente de galería.
4. Ensayo de laboratorio del proyecto.
5. Fotos de campo de veta Alta Gracia.

1. Características de la perforadora.

MARCA : RNP
TIPO : JACK LEG
MODELO : RN-250X



Incluye Lubricadora y pie de avance

La máquina perforadora viene con sus respectivas conexiones, gamarilla, llave para extraer la glándula de agua y su respectivo calibrador de broquero.



Cal. Los Talladores N° 131 Urb. Los Artesanos - Ate Telf: 51 - 4367370 R.P.C. 989096280 R.P.M. #945478306 ✉ lima@rnpmexico.pe
Calle Sánchez Trujillo N° 210 - Urb. La Perta, Cercado - Arequipa Telf.: (054) 20 1415 R.P.C: 958313927 RPM: #956611719 ✉ arequipa@rnpmexico.pe
Av. Ricardo Palma N° 439 Urb. Palermo – Trujillo Telf.: (044) 22 1838 / R.P.C: 994 738 494 / RPM: #956 609 621 / ✉ trujillo@rnpmexico.pe
www.rnpmexico.pe

2. DESCRIPCIÓN.

- ✓ Fabricada con materias primas certificadas que garantizan un mejor desempeño en condiciones extremas de trabajo.
- ✓ Sus cuerpos principales forjados la convierten en la más resistente de su tipo.
- ✓ Alto grado de penetración.
- ✓ Bajo costo de mantenimiento por su excelente calidad.

3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RN-250X JACKLEG

ESPECIFICACIONES	US/IMP	MÉTRICO
Diámetro del Cilindro	3.125"	79.38 mm.
Carrera del Pistón	2.875"	73.03 mm.
Frecuencia de Impacto	2 200 bpm	2 200 gpm.
Long. De la Perforadora	28"	711 mm.
Torque	90 lbs-ft	122 Nm
Revoluciones	225 rpm	225 rpm
Consumo de Aire (90 PSI)	170 cfm	80 lit. /seg.
Peso de la Perforadora (incluye el empujador Standard)	115.1 lbs	52.20 kg.
Peso de la Perforadora (incluye el empujador Modificado)	121.25 lbs	55.00 kg
Peso de la Perforadora	79.59 lbs	36.10 kg.
Peso del Empujador Standard	37.48 lbs	17.00 kg
Peso del Empujador Modificado	41.23	18.70 kg
Long. Del Empujador Contraído (Standard)	67.50"	1 714.5 mm.
Long. Del Empujador Extendido (Standard)	118"	2 997 mm.
Dimensiones del Barreno	0.866" X4.25"	22 108 mm.

2. Ensayo de carga puntual.

Muestra	Tipo de Roca	Resistencia a la Carga Puntual (MPa)
M1 – P1	Mineral	0.17
M2 – P1	Caja Piso	0.28
M3 – P1	Caja Techo	2.09
M4 – P2	Mineral	1.86
M5 – P2	Caja Piso	0.39
M6 – P2	Caja Techo	0.10
M7 – P3	Caja Piso	1.08
M8 – P3	Mineral	1.33
M9 – P3	Caja Techo	0.9

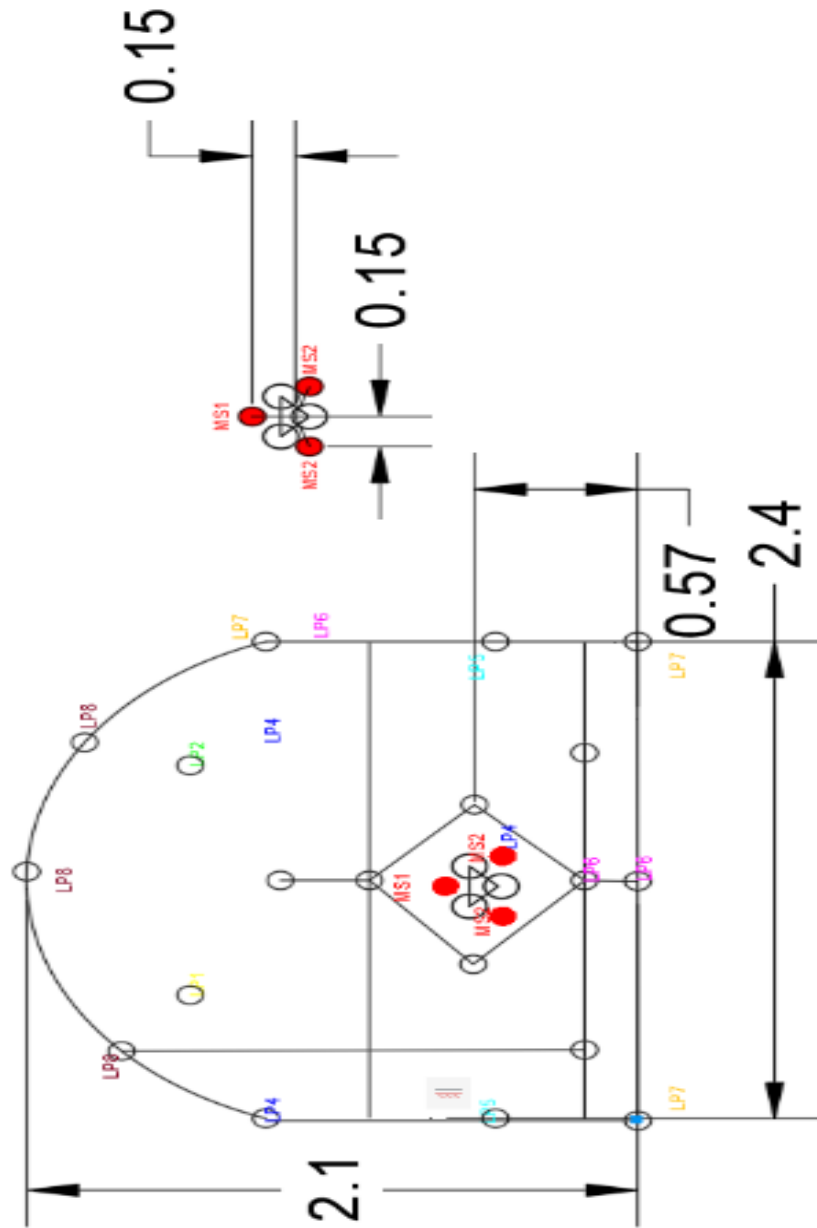
Fuente: Elaborado por los Autores



Oscar Vinquist Mondragon
Coordinador de Laboratorio de Muestras
Universidad Privada del Norte
Cajamarca

Fuente (Aguilar & Cercado, (2019)

3. Malla de perforación de frente de galería.



4. Ensayo de laboratorio del proyecto.



INFORME DE ENSAYO N° 50092

Cliente : Minera Alta Gracia
 Referencia del Cliente :
 Cantidad de Muestras : 20
 Fecha de Recepción : 06/10/2021
 Fecha de Inicio de Ensayo : 06/10/2021
 Fecha de Término de Ensayo : 06/10/2021
 Lugar de ejecución del ensayo : Lab Perú Minerales S.R.L., Mz. N19, Lote 1C, Parque Industrial, La Esperanza, La Libertad, Perú


Código de Método	Descripción
MLP-001 / Ver. 01	Determinación de Ag, As, Cu, Fe, Pb, Zn por Absorción Atómica en Concentrados Polimetálicos, Muestras Geoquímicas y Minerales a fines

N°	Cód. Cliente	Tipo Ensayo	Tipo Muestra	Presentación Muestra	Cód. Laboratorio	Método Elemento	MLP-001
1	MUESTRA-1	Lote (Duplicado)	Geoquímicos	Bolsa	OCT21-0318-001	Observación	Fe %
						SE RECOMIENDA ANALISIS VOLUMÉTRICO	62.03

Las muestras podrán ser retiradas por los interesados transcurrido el tiempo de almacenamiento que es de 20 días calendario a partir de la fecha de recepción para Contramuestras, rechazos o gneivos, caso contrario se procederá a desecharlas.

Emitido en Trujillo - Perú, 06 de octubre del 2021




 Ing. Diana Silvestre
 Jefe de Laboratorio Químico
 CIP : 185141

5. Fotos de campo de veta Alta Gracia.



Foto 1. Veta Alta Gracia NW – SE

En la foto 1. Apreciamos mineral magnetita con porcentaje de hematita, mineral que ya ha sido extraído por minería superficial en años anteriores.



Foto 2. Medición de la longitud de Veta Alta Gracia.

En la foto 2 apreciamos la medición de la veta determinando una potencia de 3.5 m alta gracia tiene 100 m de veta que afloran los cuales no fueron explotados por minería superficial, por su bajo costo del hierro. Ahora que el precio del hierro subió hace rentable la extracción.



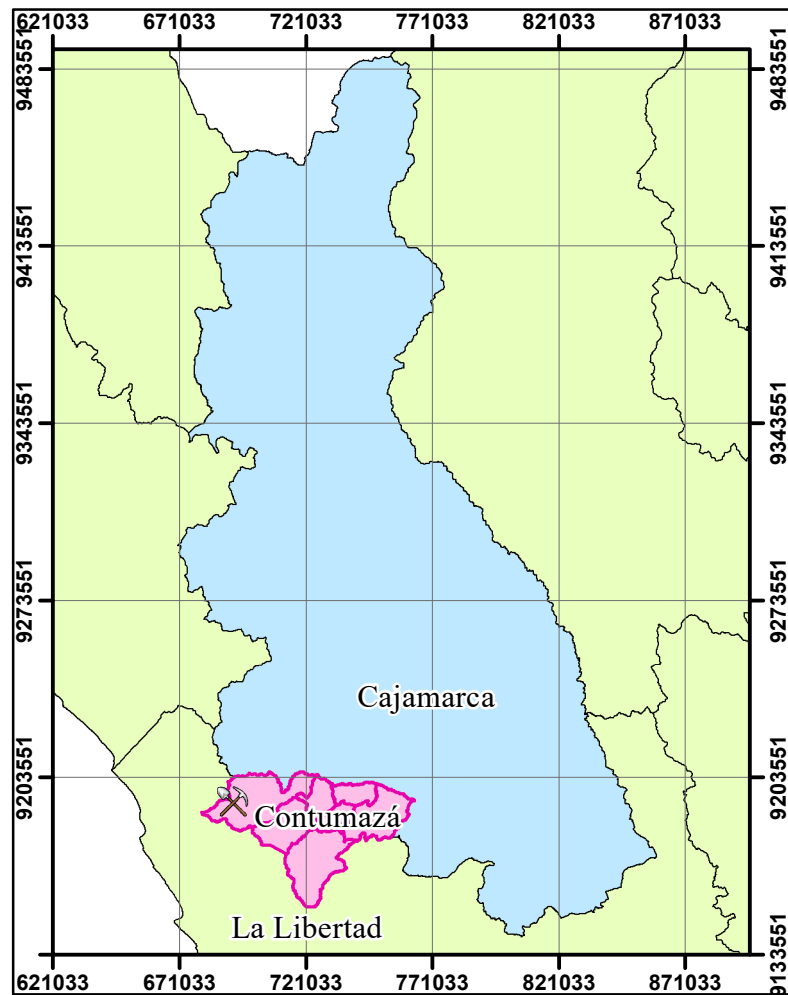
Foto 3. Zona de estudio.

En la foto N° 3 observamos al autor realizando el reconocimiento de la estructura mineralizada.

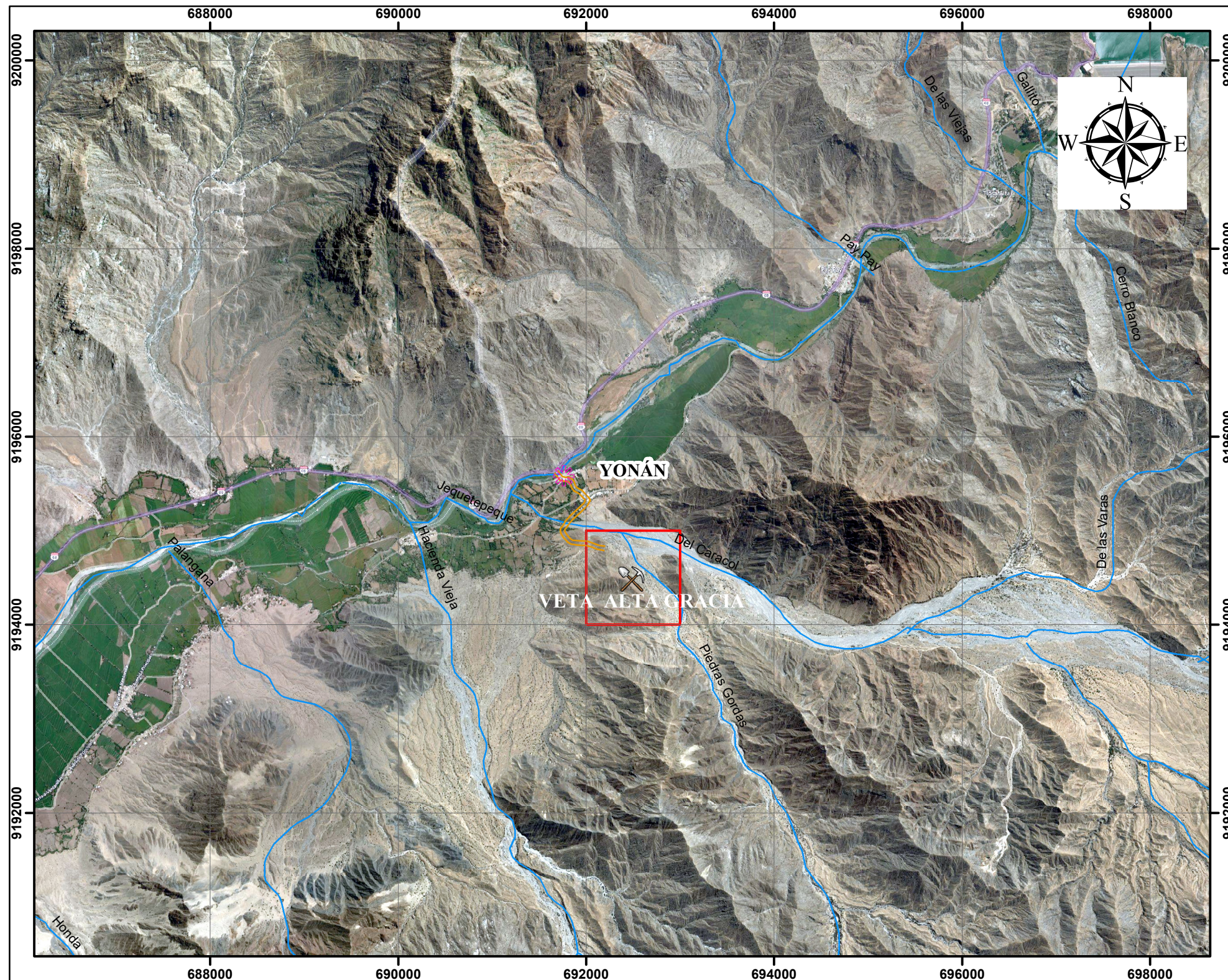
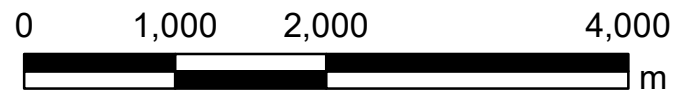
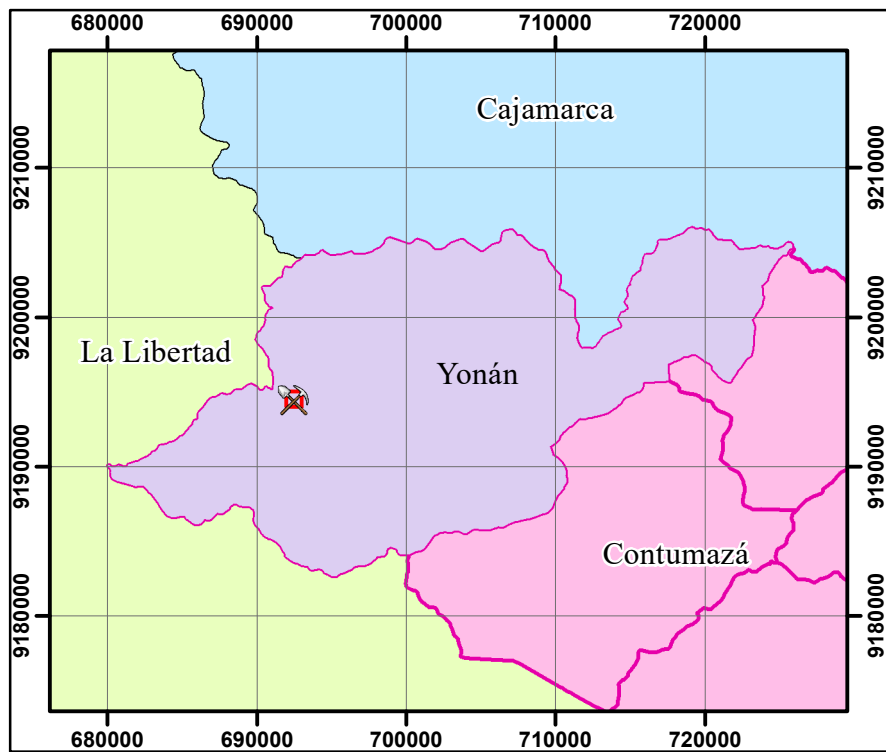
PLANOS

1. Plano N° 1: Ubicación de la veta Alta Gracia.
2. Plano N° 2: Perfil de diseño de Mina.
3. Plano N° 3: Geología regional del Proyecto Alta Gracia.
4. Plano N° 4: Geología local del proyecto Alta Gracia.

LÍMITE DEPARTAMENTAL



LÍMITE PROVINCIAL Y DISTRITAL

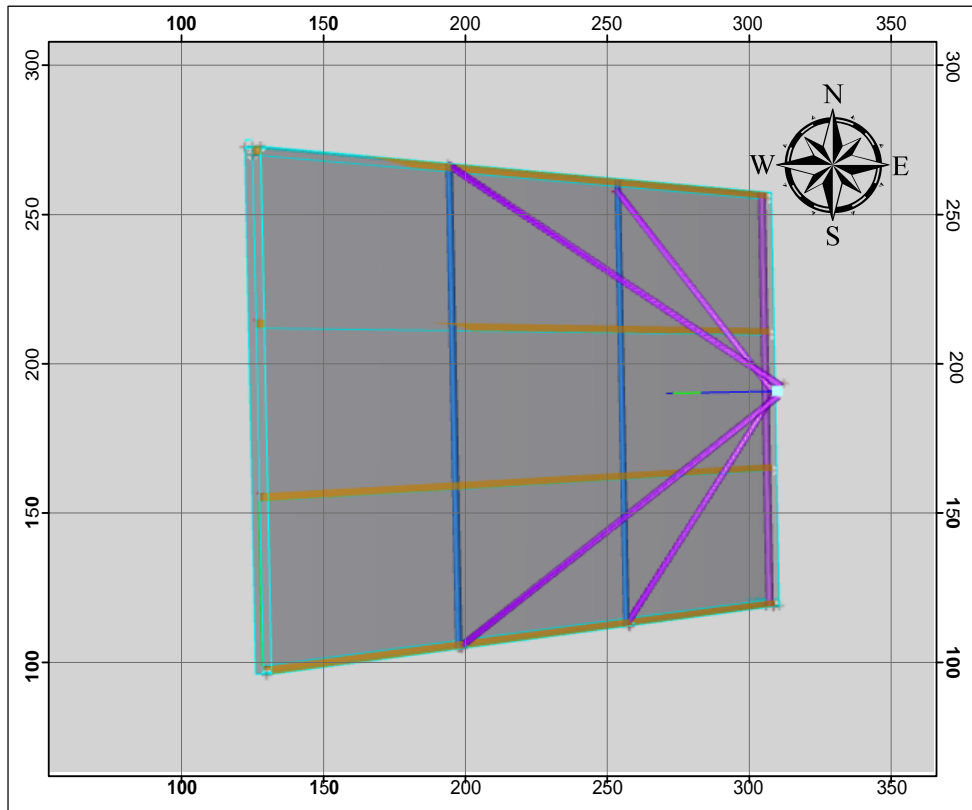


SIMBOLOGÍA

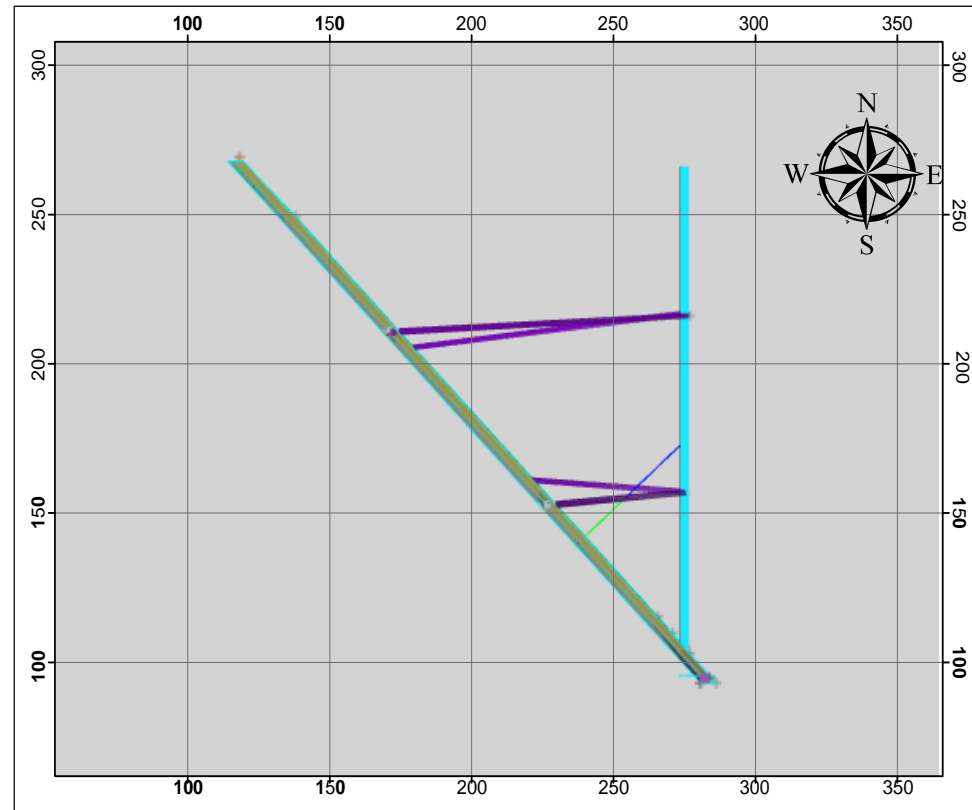
- Veta Alta Gracia**
- Pueblo**
- Concesión Las Cucas**
- Drenaje**
- Trocha Carrozable**
- Vía Asfaltada**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS		
Tesis: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA EXPLOTACIÓN DE HIERRO EN LA VETA ALTA GRACIA - YONÁN - CAJAMARCA		
Plano: UBICACIÓN		
Asesor:	Mcs. Ing. Víctor Ausberto Arapa Vilca	Distrito: Yonán
Tesista:	Bach. Welser Michael Carrasco Mendo	Prov. Dep.: Contumazá-Cajamarca
Escala:	1:50,000	Fecha: Enero 2022
		Datum: WGS 1984_ZONA 17 S
		Plano N°: 01

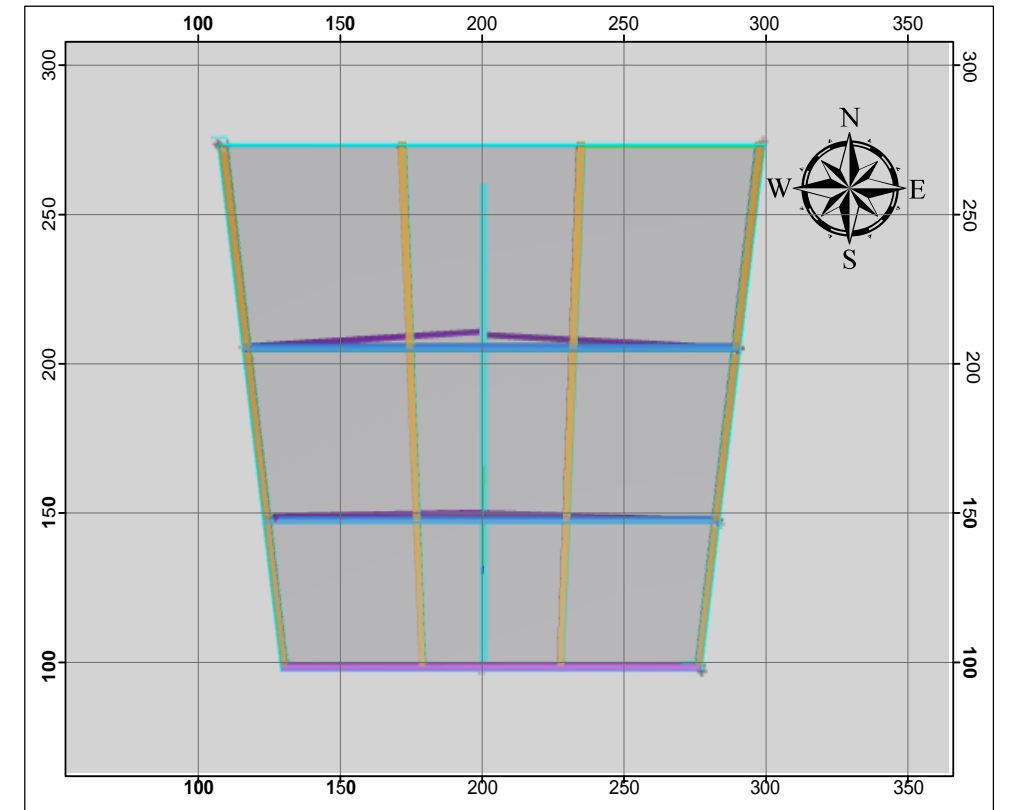
PLANO EN PLANTA



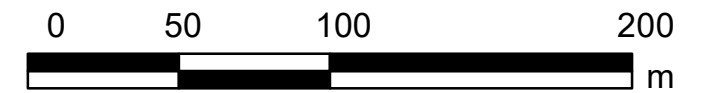
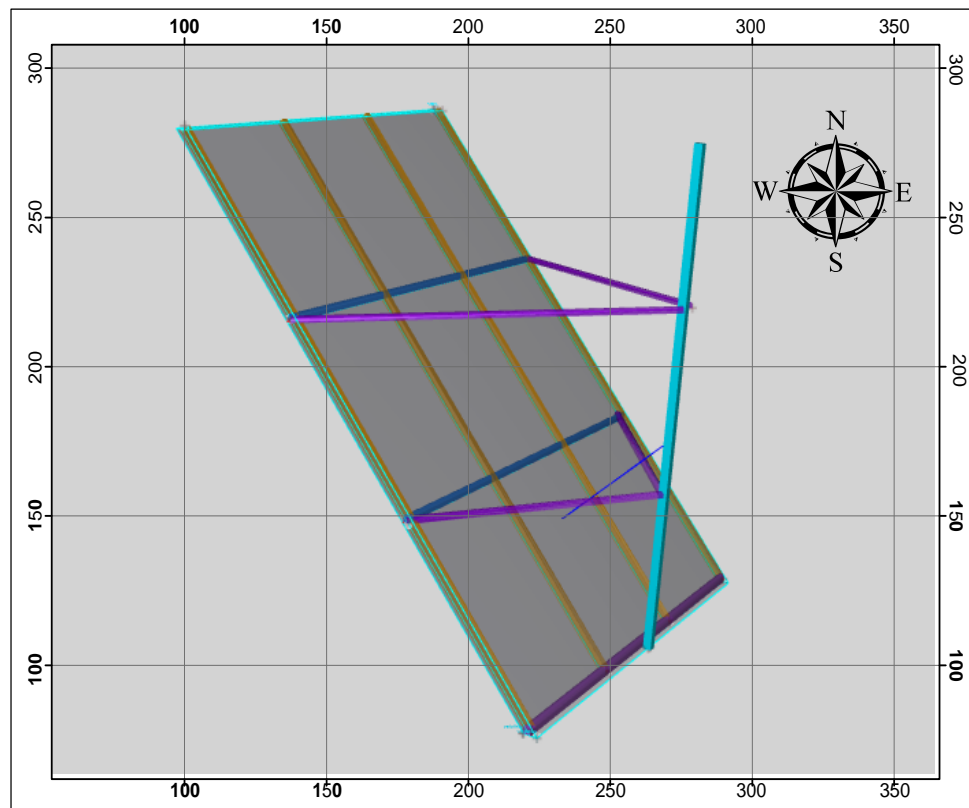
PLANO DE PERFIL











PLANO FRONTAL

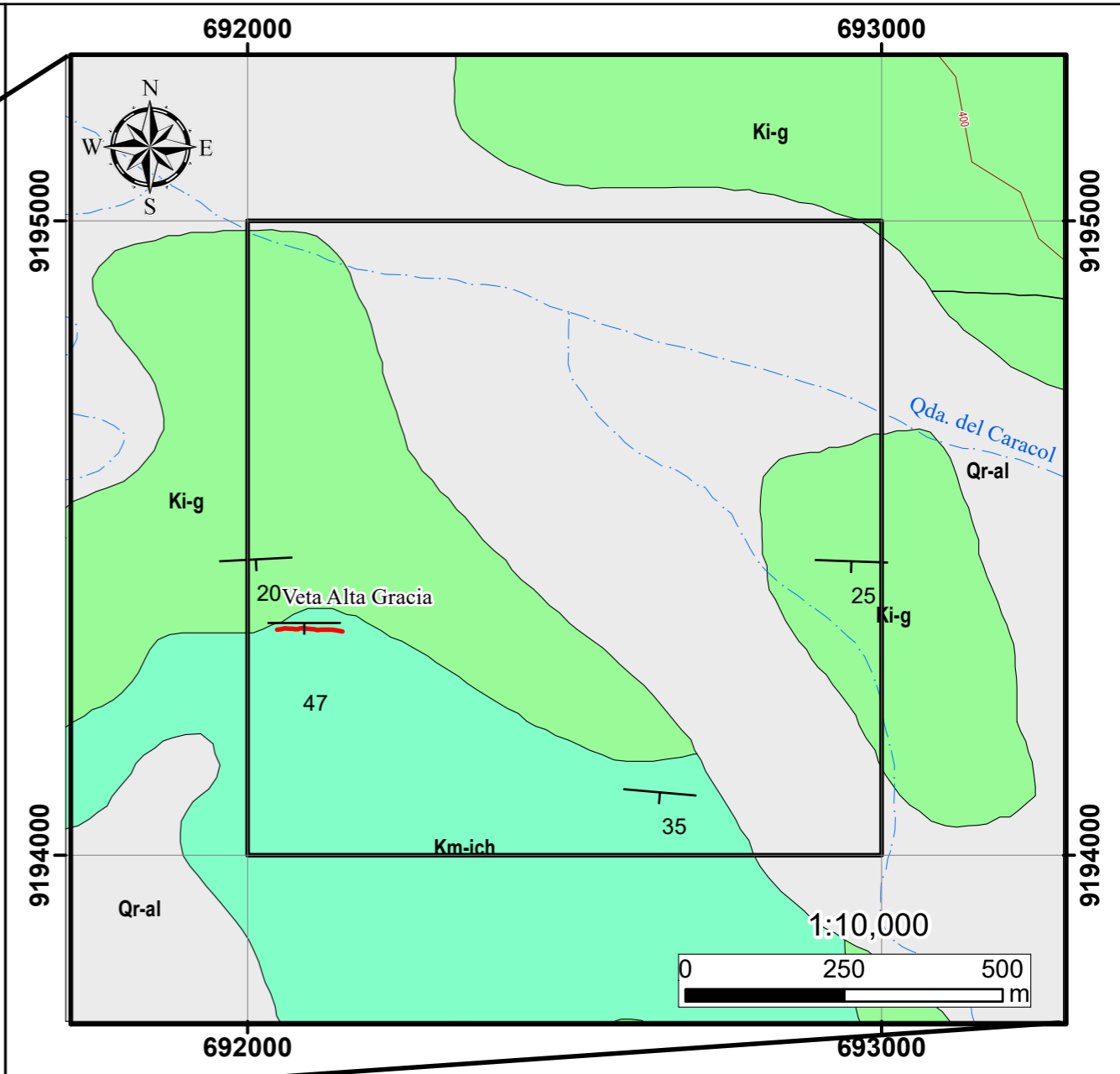
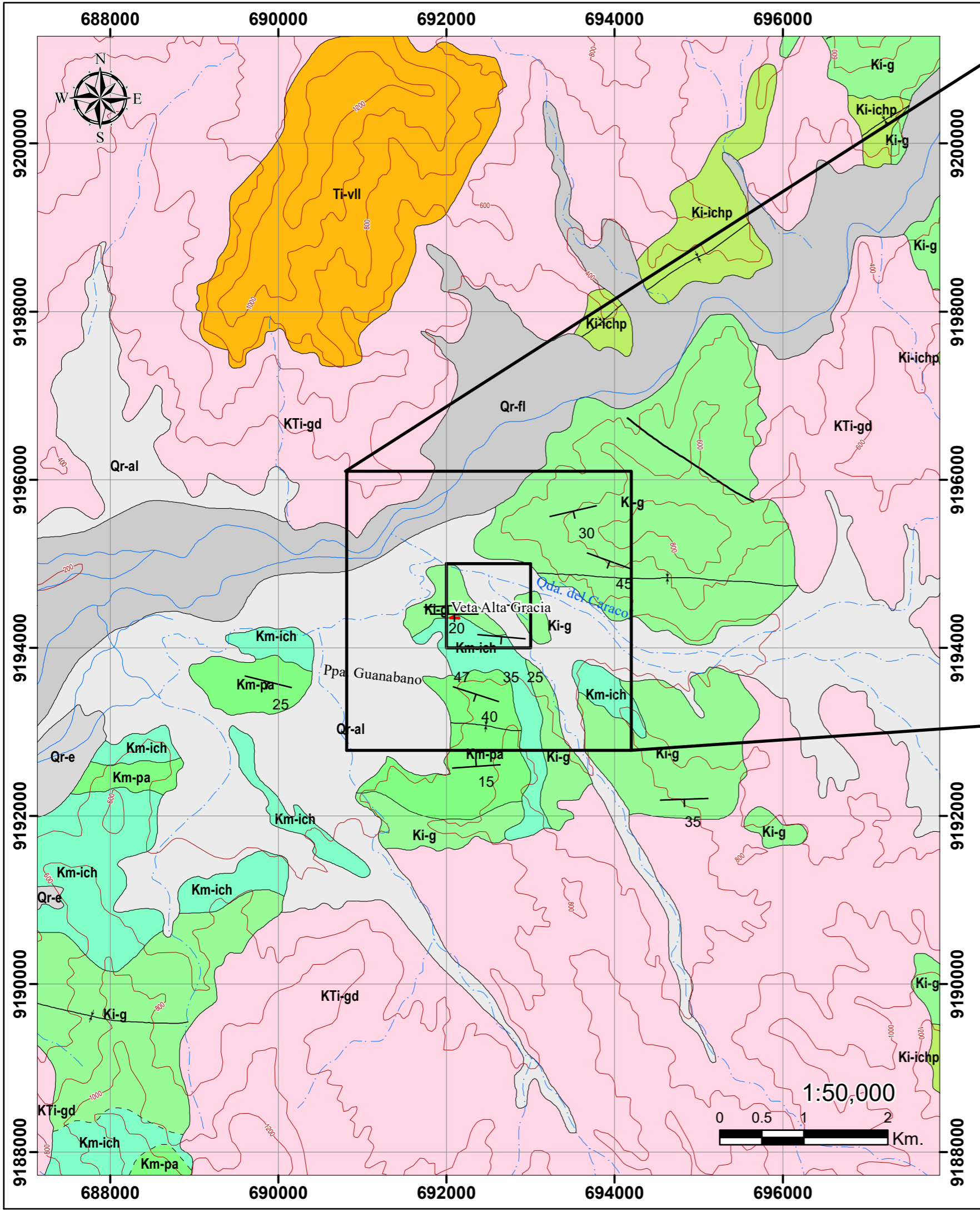


Diseño Mina





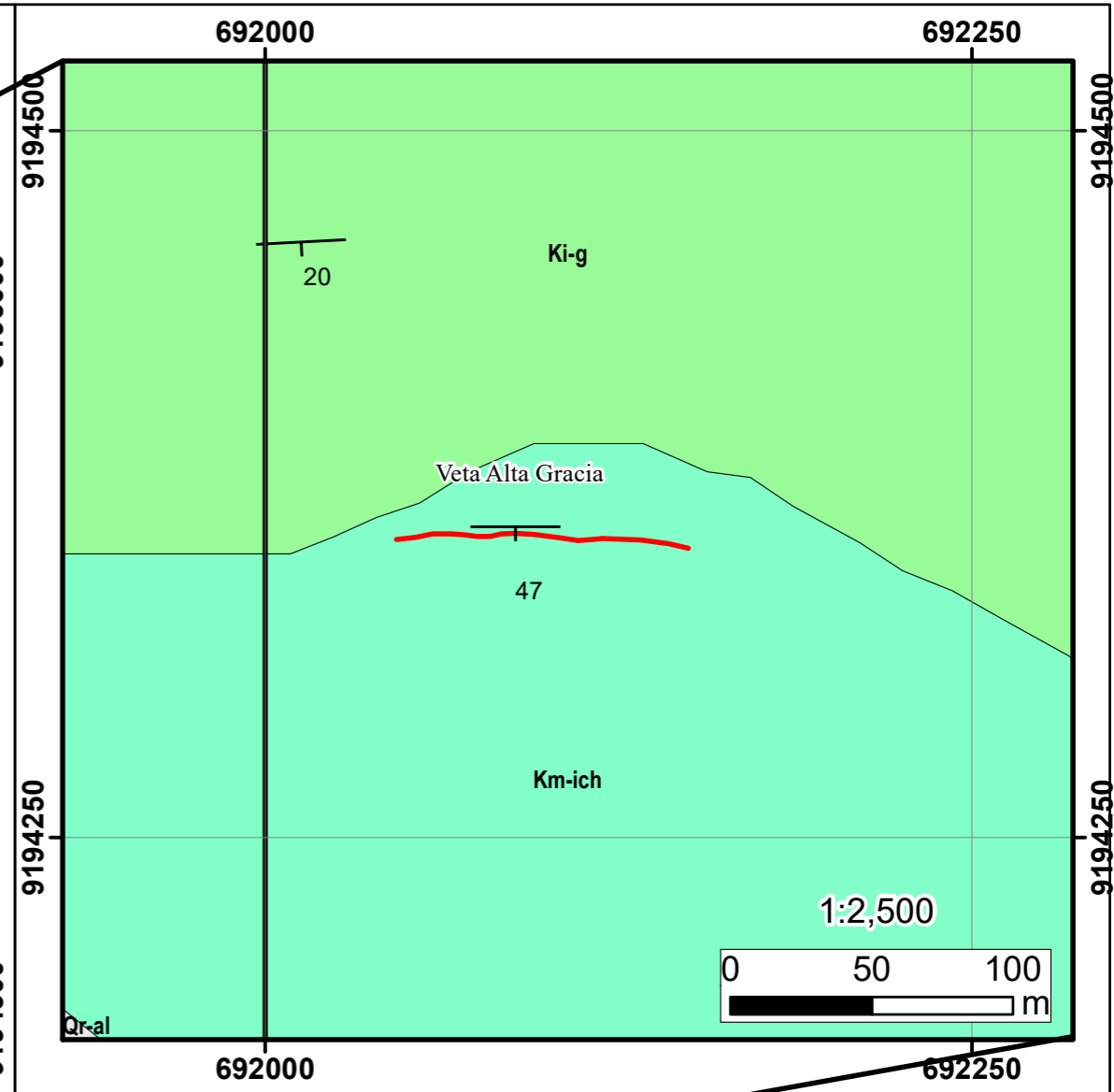
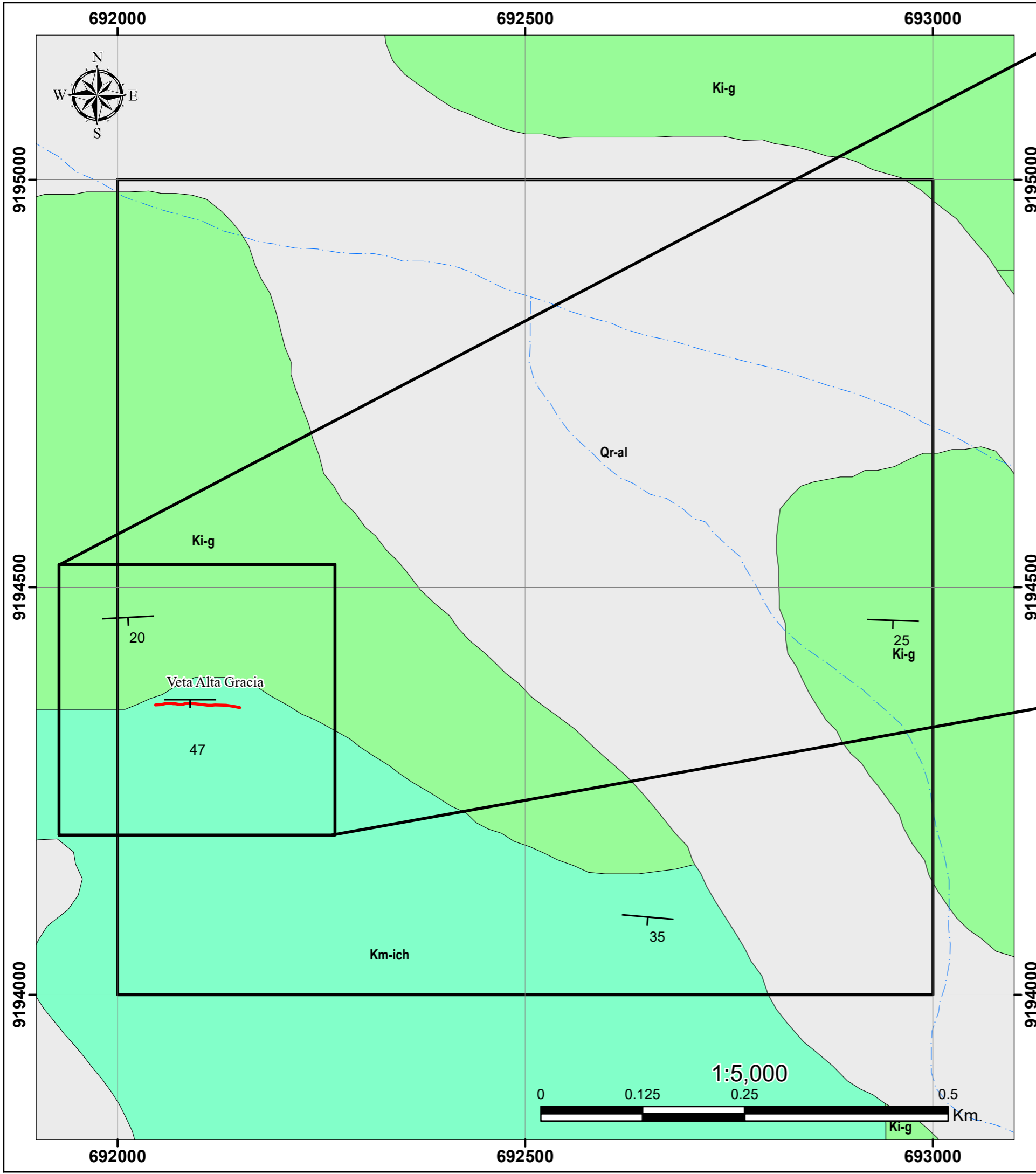
SIMBOLOGÍA			
	Pique		Subnivel
	Seccion de Veta		Galería
	Chimenea		Crucero

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA			
FACULTAD DE INGENIERÍA		ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS			
<i>Tesis:</i>		EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA EXPLOTACIÓN DE HIERRO EN LA VETA ALTA GRACIA - YONÁN - CAJAMARCA			
<i>Plano:</i>		DISEÑO DE MINA			
<i>Asesor:</i>	Mcs. Ing. Víctor Ausberto Arapa Vilca	<i>Distrito:</i>	Yonán	<i>Plano N°:</i>	
<i>Tesista:</i>	Bach. Welsler Michael Carrasco Mendo	<i>Prov. Dep.:</i>	Contumazá-Cajamarca	02	
<i>Escala:</i>	1:50,000	<i>Fecha:</i>	Julio 2021		



LEYENDA	
Simbología	Litología
┆ Rumbo y buz.	Qr-al Dep. Aluvial
— Veta Alta Gracia	Qr-fl Dep. Fluvial
— Ríos	KTi-gd Granodiorita
— Quebradas	Km-p Gpo. Puylucana
— Curvas de nivel	Km-pa Fm. Pariatambo
⊕ Concesión Las Cucas	Km-ich Fm. Inca-Chuléc
	Ki-g Gpo. Goyllarisquizga
Estructural	
— Falla normal	
— Falla inferida	
▲ Falla inversa	
↕ Eje de anticlinal	
↔ Eje de sinclinal	

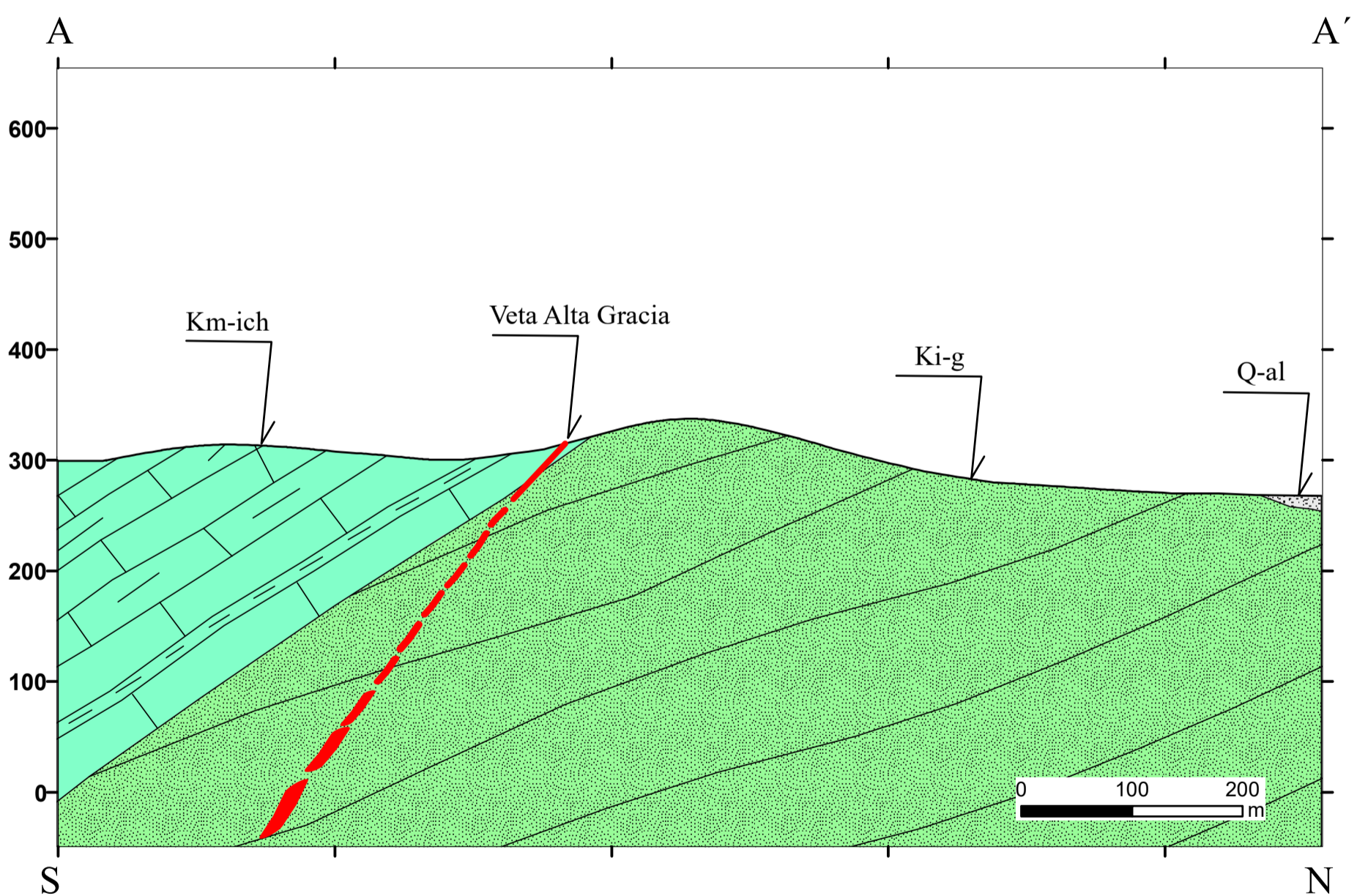
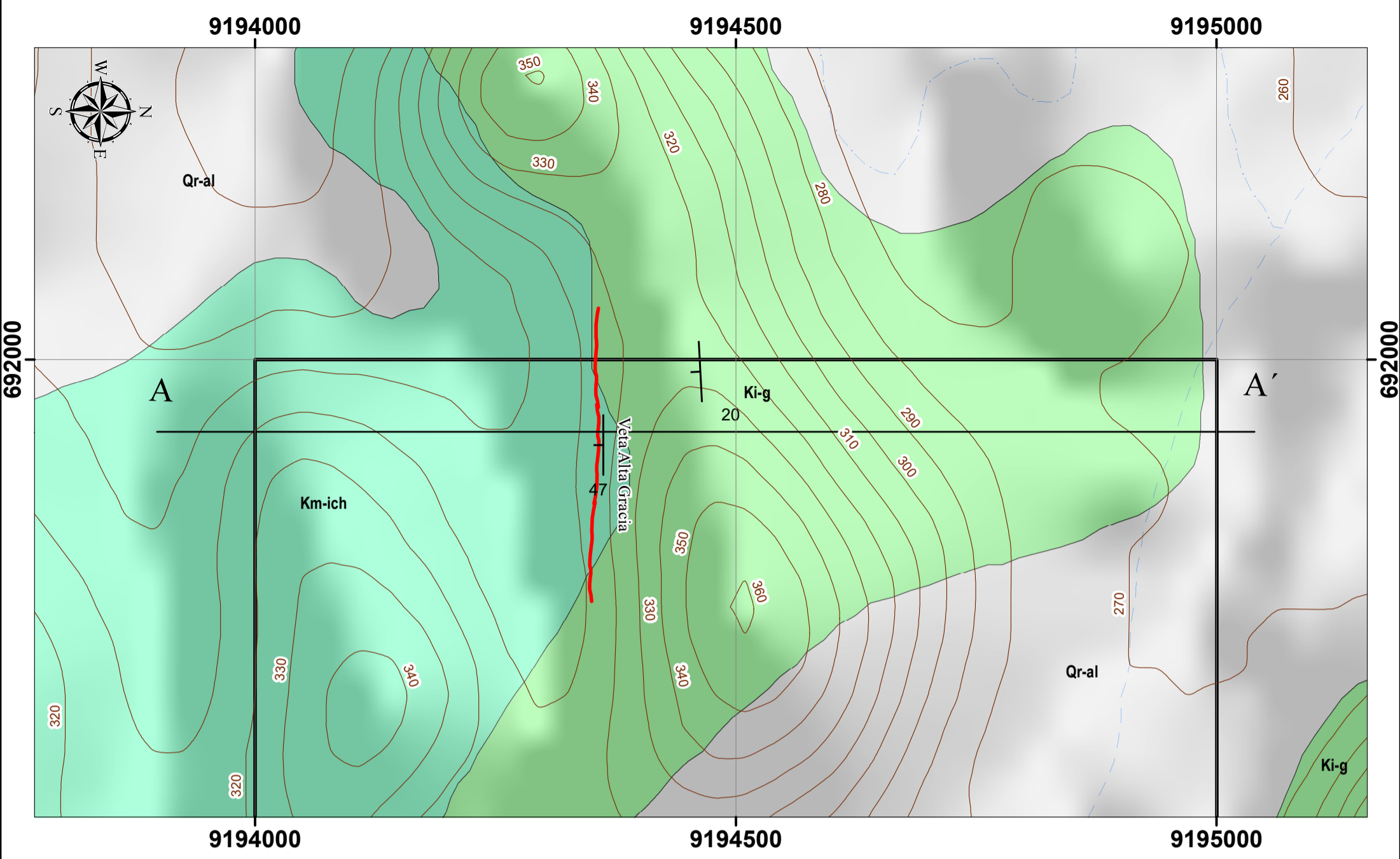
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS		
Tesis: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y TÉCNICA PARA LA EXPLOTACIÓN DE HIERRO EN LA VETA ALTA GRACIA - YONÁN - CAJAMARCA		
Plano: GEOLÓGICO REGIONAL		
Asesor: Mcs. Ing. Victor Ausberto Arapa Vilca	Distrito: Yonán	Plano N°: 03
Tesista: Bach. Welser Michael Carrasco Mendo	Prov. Dep.: Contumazá-Cajamarca	
Escala: 1:10,000	Fecha: Julio 2021	
		Datum: WGS 1984_ZONA 17 S



SIMBOLOGÍA

	Rumbo y buz.		
	Veta Alta Gracia		
	Ríos	Litología	
	Quebradas		Qr-al <i>Dep. Aluvial</i>
	Curvas de nivel		Km-ich <i>Fm. Inca-Chuléc</i>
	Concesión Las Cucas		Ki-g <i>Gpo. Goyllarisquiza</i>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS		
<i>Tesis:</i> EVALUACIÓN ECONÓMICA Y TÉCNICA PARA LA EXPLOTACIÓN DE HIERRO EN LA VETA ALTA GRACIA - YONÁN - CAJAMARCA		
<i>Plano:</i> GEOLÓGICO LOCAL		
<i>Asesor:</i> Mcs. Ing. Víctor Ausberto Arapa Vilca	<i>Distrito:</i> Yonán	Plano N°: 04
<i>Tesista:</i> Bach. Welser Michael Carrasco Mendo	<i>Prov. Dep.:</i> Contumazá-Cajamarca	
<i>Escala:</i> 1:5,000	<i>Fecha:</i> Julio 2021	<i>Datum:</i> WGS 1984_ZONA 17 S



SIMBOLOGÍA	
	Rumbo y buz.
	Veta Alta Gracia
	Ríos
	Quebradas
	Curvas de nivel
	Concesión Las Cucas
Litología	
	Qr-al <i>Dep. Aluvial</i>
	Km-ich <i>Fm. Inca-Chuléc</i>
	Ki-g <i>Gpo. Goyllarisquizga</i>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS		
<i>Tesis:</i> EVALUACIÓN ECONÓMICA Y TÉCNICA PARA LA EXPLOTACIÓN DE HIERRO EN LA VETA ALTA GRACIA - YONÁN - CAJAMARCA		
<i>Plano:</i> SECCIÓN GEOLÓGICA A-A'		
<i>Asesor:</i> Mcs. Ing. Victor Ausberto Arapa Vilca	<i>Distrito:</i> Yonán	Plano N°: 05
<i>Tesista:</i> Bach. Welsler Michael Carrasco Mendo	<i>Prov. Dep.:</i> Contumazá-Cajamarca	
<i>Escala:</i> 1:5,000	<i>Fecha:</i> Julio 2021	
		<i>Datum:</i> WGS 1984_ZONA 17 S